www.radio.ru

2 • 2022

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

Простой КВ-усилитель мощностью 1 кВт на двух ГК-71




ISSN-0033-765X

• БП с переключаемой полярностью
• Цифровые часы—метеостанция
• БП для ремонта светодиодных ламп
• Центральный канал аудиосистемы автомобиля
...и ещё 12 конструкций

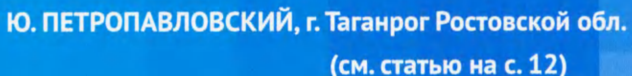
2
2022



Рис. 1

Реализация технологий прямого цифрового усиления в звуковой аппаратуре.

Устройство и ремонт DVD-ресиверов Harman Kardon серии HSxxx с технологией DDX®



Ю. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ, г. Таганрог Ростовской обл.

(см. статью на с. 12)



Рис. 2



Рис. 4



Рис. 3



Рис. 5

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Простой КВ-усилитель мощностью 1 кВт на двух ГК-71 (см. статью на с. 51).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

РЕМОНТ ФОНАРЯ ФОС
СВЧ-ДАТЧИК ДВИЖЕНИЯ
ФИТОСВЕТИЛЬНИК С ТАЙМЕРОМ
ВОССТАНАВЛИВАЕМ СТИРАЛЬНУЮ МАШИНУ

Тираж журнала «Радио» № 1 сдан для рассылки подписчикам 14.01.2022 г.



Платежные реквизиты:
Получатель:
АНО "Редакция журнала "Радио"
ИНН 7708187140,
р/с 40703810538090108833 в
в ПАО Сбербанк г. Москва,
К/с 30101810400000000225,
БИК 044525225,
КПП 770801001.

Цена одного номера журнала 2022 г. (с 1-го по 6-й номер) при покупке в редакции — 430 руб.

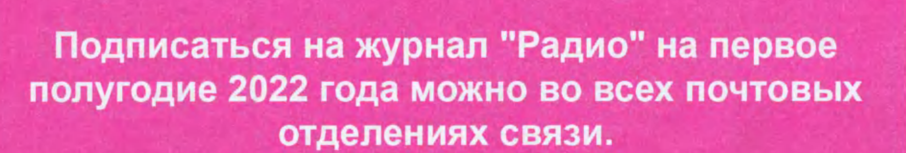
Стоимость полугодовой подписки при получении журнала в редакции (без рассылки): физические лица — 2400 руб., юридические лица — 2760 руб.

Стоимость полугодовой подписки с рассылкой из редакции (адресная рассылка) для индивидуальных подписчиков России — 3000 руб., для индивидуальных подписчиков из стран зарубежья — 4500 руб.

Стоимость для юридических лиц России — 2950 руб., для юридических лиц из стран зарубежья — 4200 руб.

Стоимость подписки с адресной рассылкой для жителей дальнего зарубежья на полугодие по согласованию.

+7 (495) 607-77-28 sale@radio.ru



Подписные индексы журнала по каталогам:

Официальный каталог Почты России П4014
КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ 89032

Издаётся с 1924 года
РАДИО®
2•2022
МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
"Радиолюбитель"—"Радиофронт"—"Радио"

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication 12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:
АНО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»
Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-82030

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18.
E-mail: **ref@radio.ru**
Приём статей — e-mail: **mail@radio.ru**
Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 607-77-28; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39
Наши платёжные реквизиты:
получатель — АНО "Редакция журнала "Радио", ИНН 7708187140,
р/сч. 40703810538090108833
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225
Подписано к печати 24.01.2022 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.
Подписной индекс:
Официальный каталог ПОЧТА РОССИИ — П4014;
КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ — 89032.

Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати»
142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.
Зак. 01073-22.

Цифровой призрак

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Нас всех преследуют призраки прошлого, Ватсон, омрачающие нам солнечные дни".

(Шерлок Холмс)

Недавно прямо из телевизора довелось услышать, собственно, давно ожидаемый термин: в России зарождается новый цифровой класс. Кто это? Если прямо по Марксу, то это несложно определить отношением к цифровым средствам производства. То есть это все, начиная с цифровых клерков, что имеют доступ к персональным данным где-то в "Моих документах" или ФНС, программистов, что формируют эти базы данных, и вплоть до обеспечивающих доступ к тем же базам данных сисадминов, руководящих процессом ИТ-директоров (CIO — Chief Information Office), пока ещё обезличенного искусственного интеллекта (ИИ) и даже профильных чиновников. Впрочем, последним хоть и кажется, что они чем-то там управляют, но на самом деле из-за дефицита глубоких ИТ-компетенций их цифровая власть довольно иллюзорна. В конце концов, что заложат в ПО программисты, то и получится в итоге. Могут ведь и ошибиться. И пошутить тоже могут. Очевидно, они-то и являются теми, кто может испытывать и чувство превосходства, и даже какую-то долю чувства безнаказанности, ведь чиновники не могут всё проверить.

Сегодня Маркс мог бы написать про призрак, что бродит по планете, — призрак цифрового трансформатизма (ЦТ). Ещё не так давно все силы старого аналогового мира объединились было для священной травли этого призрака. Ну, скажите, какое могло быть телевидение по телефонной линии, да и как можно было построить сеть связи в одном компьютере? Однако же теперь цифровые каналы связи опутали мир, и ЦТ признаётся настоящей силой всеми другими существующими в мире силами.

Пора уже новому цифровому классу перед всем миром открыто изложить свои взгляды, свои цели, свои стремления и сказкам о призраке ЦТ противопоставить манифест своей "цифровой партии".

Собственно, история всех до сих пор существовавших обществ была историей борьбы классов. Свободный и раб, патриций и плебей, помещик и крепостной, мастер и подмастерье, угнетающий и угнетаемый находились в вечном антагонизме друг к другу, вели непрерывную, то скрытую, то явную борьбу, всегда кончавшуюся революционным переустройством всего общественного здания или общей гибелью борющихся классов. И всё это продолжалось до тех пор, пока не возник и не начал покрывать собой большую часть планеты единый цифровой класс, несмотря на пока ещё имеющие место отдельные территориальные и политические образования в лице стран и их правительств. Теперь уже внутри самого цифрового класса происходит дифференциация на цифровые сословия в зависимости от отношения к цифровому производству и цифровому потреблению.

Наша цифровая эпоха отличается, однако, тем, что она упростила классовые противоречия. Общество всё более и более раскалывается на два больших, но практически враждебных лагеря — на два, аналоговый и на цифровой классы. Причём аналоговый класс уже сравнительно давно не

является носителем прогресса организации всех сторон жизни общества и сходит на нет, а всё новое практически исключительно цифровое. Не стоит забывать, что цифровизация — это не просто обновление техники, это масштабная реструктуризация внутренних сил цифровой организации или цифрового государства на базе "абсолютной подключённости".

Обладая огромным потенциалом, цифровой класс не может существовать, не вызывая постоянно переворотов в орудиях производства, не революционизируя производственных отношений, а стало быть, и всей совокупности общественных отношений в рамках ЦТ. Напротив, первым условием существования всех прежних промышленных классов было сохранение старого способа производства в неизменном виде. Именно поэтому так долго существовали на планете Индустрии 2.0 и 3.0. Всё изменило появление и развитие Интернета. Беспрестанные перевороты в производстве, непрерывное потрясение всех общественных отношений, вечная неуверенность и движение отличают прошлую буржуазную нецифровую эпоху от всех других. Все застывшие, покрывшиеся ржавчиной отношения, вместе с сопутствующими им веками освящёнными представлениями и воззрениями, разрушаются, все возникающие вновь оказываются устарелыми, прежде чем успевают окостенеть. Всё сословное и застойное исчезает, всё священное оскверняется, и люди приходят, наконец, к необходимости взглянуть трезвыми глазами на своё жизненное положение и свои взаимные отношения при своей собственной трансформации в цифровой класс. Производство и потребление, разработка и маркетинг, реклама и СМИ, управление компанией и государством, социальная помощь и социальный рейтинг превращаются в разновидности цифровой деятельности, позволяющие представлять весь мир в цифровом формате от цифровых двойников до ИИ.

Подготавливая почву для цифрового класса, былая буржуазия путём эксплуатации всемирного рынка и глобализации сделала производство и потребление всех стран космополитическим, вырвав из-под ног промышленности национальную почву. Исконные национальные отрасли промышленности уничтожены и продолжают уничтожаться с каждым днём. Их вытесняют новые отрасли промышленности, введение которых становится вопросом жизни для всех цивилизованных наций, — это чисто цифровые отрасли, вырабатывающие цифровые продукты, потребляемые не только внутри данной страны, но и во всех частях света. На смену старой местной и национальной замкнутости и существованию за счёт продуктов собственного производства приходят всесторонняя связь и всесторонняя зависимость наций друг от друга. Это в равной мере относится как к материальному, так и к духовному производству, под которым сегодня понимается распространение всевозможной социально-политической информации и зрелищ. Плоды подобной деятельности отдельных наций становятся общим достоянием. Национальная односторонность и ограниченность становятся всё более и более невозможными в цифровой среде Интернета. Особенно, когда в условиях случившейся пандемии почти 2,5 млрд цифровых граждан по всему миру подключились к удалённой работе.

Ещё 150 лет назад вследствие возрастающего применения машин и разделения труда труд рабочих-пролетариев утратил всякий самостоятельный характер, а вместе с тем и всякую привлекательность для рабочего. Рабочий становился простым придатком машины, от него требовались только самые простые, самые однообразные, легче всего усваиваемые приёмы. Сегодня места рабочих постепенно занимают роботы. Под воздействием цифровой трансформации простой компьютер программиста может превратиться в настоящую цифровую фабрику, а под воздействием нехороших устремлений такой же простой компьютер может цифровую фабрику обрушить. И не одну.

Уже сегодня многие инженерные представители цифрового класса замечают на горизонте Индустрию 5.0, которая, по мнению многих учёных, полностью уберёт человеческий фактор из процесса производства, оцифровав всё сущее. В то время как Индустрия 4.0 вывела на передний фронт производства автоматизированные системы и промышленных роботов, а также системы промышленного Интернета вещей (IIoT), Индустрия 5.0 сделает сотрудничество людей и машин значительно более продуктивным. В результате человечество получит высокоточные автоматизированные системы с когнитивными навыками критического мышления человеческого мозга.

Но главная ценность, которая есть уже сейчас у цифрового класса, — это данные. Именно отношение к данным позволяет дифференцировать иерархические слои внутри самого цифрового класса. Кто-то лишь предоставляет свои данные в мировое пространство, кто-то их собирает и хранит, кто-то выстраивает для разных данных программы обработки, кто-то управляет массивами данных, а кто-то помогает управлять обществом, анализируя эти массивы, и кто-то уже управляет с помощью всего перечисленного непосредственно обществом. Чем больше кто-то знает о гражданах, тем лучше он может продавать свои продукты или управлять гражданами. Поэтому одна из самых востребованных специальностей в цифровом классе, помимо программистов и айтишников, — это аналитик данных, который может выявить тенденции из большого массива разношёрстной информации и который является советником любого современного цифрового руководителя. Но точно так же, как роботы замещают рабочих на производстве, так и аналитики данных могут замещаться ИИ в рамках ЦТ. Ну а будущие предметы самодиагностики, самолечения и медицинского протезирования с 3D-печатью, а также предметы для обучения сократят потребность во врачах и педагогах.

Правда, мало кто замечает, что изначально данные берутся у каждого цифрового гражданина бесплатно, а уж потом на их обработке кем-то зарабатываются состояния. Но это, так сказать, издержки цифрового мира. Ведь информацией представители цифрового класса делятся везде и со всеми, причём совершенно бесплатно. Номера телефонов, адреса электронной почты и даже биометрические данные давно есть у государства и крупных банков. Интернет-поисковики знают всё о предпочтениях, а любители социальных сетей выкладывают о себе такую информацию, которой интеллигентные люди не делятся даже с женой или с налоговой службой. И дальше будет только больше, потому что сбор данных идёт всё шире, а найти данные, кому надо, всё легче. К примеру, только в одной Москве установлено более 200000 камер, информация с которых "сливается" в единый центр, котёл, цифровую среду.

Однако не только данными, в том числе персональными, богат каждый индивидуум. Ведь вместе с данными о себе цифровые граждане постепенно утрачивают собственное право выбора. Стоит захотеть чего-то, и вот уже прямо из цифровой среды поступает соответствующее предложение. Доставим, оденем, накормим, предоставим, отвезём, вылечим, прокредитуем, вакцинируем и застрахуем — только лишь пожелай. Вокруг каждой цифровой платформы предложений выросли соответствующие экосистемы, которые находятся в режиме непрерывного ожидания.

А ещё очень важно, что уже сегодня каждый представитель цифрового класса неизбежно оставляет за собой цифровые следы. Цифровой след — это информация, которую намеренно или ненамеренно оставляют о себе в Интернете: профили в социальных сетях, фотографии в Интернете, высказывания и т. п. Исследования цифровых следов повышают объективность процессов в бизнесе и образовании. С его помощью специалисты анализируют развитие каждого цифрового винтика цифрового общества — собирают сведения о пройденной траектории, фиксируют получение новых знаний и навыков и предлагают следующие шаги для профессионального развития. С другой стороны, становятся понятны все промахи и неблаговидные поступки представителей цифрового класса от перехода улицы в неположенном месте вплоть до граничащих с преступлением. Иначе говоря, в повседневной жизни наступление абсолютной подключённости может и радовать, и не радовать одновременно.

В декабре Российский Совет по правам человека разработал концепцию защиты прав и свобод россиян в цифровом пространстве. Документ предусматривает запрет на создание цифровых профилей, двойников и рейтингов, а также мораторий на цифровую слежку. Идея концепции заключается в том,



чтобы запретить компаниям и органам власти собирать всю возможную информацию о человеке, потому что далее возникает соблазн ею торговать. С одной стороны, это, по мнению экспертов, поможет защитить граждан от компрометации данных и дискриминации. В то же время концепция допускает сбор данных, если речь идёт о безопасности личности и государства. Последнее означает создание централизованной базы персональных данных всех граждан России. Однако ведомство-владелец такой базы легко трансформируется в суперведомство с широкими возможностями контроля. С соответствующей платформой для формирования, к примеру, социального рейтинга каждого представителя цифрового класса.

А вот в ту же тему, начиная с 2022 г. флагманские смартфоны подавляющего большинства крупных производителей станут серьёзной угрозой конфиденциальности для всех, кто ими пользуется или просто находится поблизости. Их фронтальная камера будет активна в режиме 24/7, то есть она будет неустанно следить за всем происходящим у представителя цифрового класса, даже когда сам смартфон заблокирован, а экран выключен. Пригодиться это может для скоростной разблокировки экрана, когда нет возможности взять смартфон в руки. Ну а для чего ещё, мы все тоже понимаем — для самых плотных цифровых следов.

В этой части, кстати, далеко продвинулись китайские специалисты со своей Системой Социального Кредита (Social Credit System — SCS). Это эксперимент тотального электронного контроля за населением, проходившего в 30 крупнейших городах КНР, о котором уже рассказывалось на страницах журнала. Благодаря SCS китайское руководство может получать в режиме онлайн полную картину жизни в Поднебесной, вплоть до местонахождения, поведения, транзакций, предпочтений, проступков и всего прочего отдельной личности. Каждому физическому и юридическому лицу присваивается рейтинг социального доверия на основании данных о его социальном поведении (сегодня туда можно добавить поведение во время пандемии нового вируса). В соответствии с алгоритмами, утверждёнными государством, анализировались все доступные данные о человеке или компании, включая их онлайн-поведение. Есть и обратная связь — не отдал вовремя кредит в одном банке, не получишь больше никаких услуг во всех остальных.

Ожидается, что в дополнение к SCS с помощью 600 миллионов видеокамер уже в текущем году с помощью ИИ любого китайца можно будет вычислить, появись он в метро, на улице или в любом присутственном месте, за несколько секунд. Ну а некитайца среди китайцев найти будет ещё проще. Впрочем, дело не только в полной картине жизни, но и в обеспечении внутренней и внешней безопасности страны. Обладатели высокого рейтинга получали социальные и экономические льготы, обладатели низкого подвергались ограничениям. С помощью SCS коммунистическая партия рассчитывает получить инструмент, позволяющий не только осуществлять социальный контроль, но и регулировать социальное поведение с помощью цифрового кнута и цифрового пряника.

Дальнейшие мечты создателей цифрового мира после создания цифровых двойников всего сущего — полностью оцифровать человека, создав его аватар и переместив в базу данных абсолютно всё о нём, включая геном. Разумеется, всё это будет сделано с благими целями и во имя всего прогрессивного человечества. К примеру, сравнив аватар типичного представителя цифрового класса с его оригинальными (и во многом дистанционными) анализами и пропустив результат сравнения через цифровую платформу с ИИ, можно быстрее поставить диагноз и вылечить или немного подкорректировать его физического хозяина.

Совсем недавно Марк Цукерберг провёл ребрендинг социальной сети Facebook, которая теперь именуется Meta и представляет собой, по заявлению владельца, виртуальную метавселенную, куда перейдут миллионы представителей цифрового класса со всего мира. Конечно, можно по-разному относиться к созданию цифровых аватаров цифрового класса и подготовке к переходу в виртуальное пространство, однако же, неплохо знать хотя бы некоторые причины этого.

В частности, как было отмечено в Bloomberg Businessweek, в мире зафиксировано необычное и опасное для глобальной экономики стремление миллионов людей добровольно увольняться с работы с заменой тяжёлого и зачастую не очень успешного труда попросту бездельем. Причём это явление наблюдается почти во всех странах мира. Особенно подвержены этому самые развитые экономики Китая, США и Евросоюза.

Как полагают заокеанские эксперты, анализирующие это тревожное явление, миллионам молодых людей (в возрасте до 40 лет) попросту надоел рабский труд и навязанный культ "успешного успеха". Поэтому такое отношение к действительности вызывает бунт против традиционных форм работы и отказа посещать офисы или другие места работы. То есть дело тут даже не в удалённой работе, а в полном отказе от работы.

Только с апреля по сентябрь текущего года в США уволилось более 24 млн человек, и это абсолютный рекорд. Причём большинство из этих работников всё ещё не вернулись на рынок труда. Подобная ситуация наблюдается в Германии, Японии, других развитых странах. В данном случае речь идёт именно о так называемых "больших увольнениях" (англ. Great resignation), под которыми подразумевается именно добровольное увольнение сотрудника. Начало эпидемии описываемого явления приходится на весну 2021 г. Основной причиной эксперты называют психологическое выгорание людей во время пандемии и ухудшение ментального здоровья работников во многих странах.

Как ещё отмечает американское аналитическое агентство, пандемия стала лишь последней чертой. Стремление освободиться нарастало у миллениалов (поколения 1990-х и 2000-х гг.) в последние несколько лет. Соцпакет постепенно снижается, а стоимость жизни увеличивается, что заставляет молодёжь увольняться и выбирать безделье, так как всё меньше сотрудников в состоянии выстроить финансово стабильную жизнь. Впрочем, в цифровом виде это не совсем безделье, потому что цифровой класс с его цифровыми пристрастиями никуда не делся.

В Китае ситуация аналогичная, однако она вызвана немного другой причиной. У молодёжи КНР наблюдается бунт против сверхинтенсивного труда, названного по формуле 9-21-6 (работа с девяти утра до 21 ч вечера и шесть дней в неделю). Молодые китайцы всё чаще выбирают трудовой и профессиональный регресс и безделье. Это явление уже привлекло внимание высшего руководства страны. Но работники непреклонны, они выбирают "лёжку", а не "китайскую мечту", производя минимум активности, необходимой для выживания. Всё это превратилось в целое общественное движение тантьпинь.

Когда-то считалось, что преодоление скудости общества, замена его изобилием позволят людям сократить своё рабочее время и значительно усилить свой активный досуг. Но произошло как раз обратное. Ну а как предсказывают апологеты номадического общества кочевников, человеку-кочевнику придётся трудиться постоянно, бесконечно, так как у него исчезнут представления о естественном делении суток на дневное и ночное время, как, в общем, и всякое понятие о времени. Ха!

Получается, молодёжь цифрового класса послала апологетов подальше, даже не дожидаясь наступления счастливого номадического будущего? Однако что же делать с этой цифровой молодёжью? Ответ на этот вопрос уже появился.

Старший вице-президент компании Intel Раджа Кодури 14 декабря в своём блоге на сайте компании написал, что именно метавселенная, этакая цифровая среда, сотканная из виртуальной и дополненной реальностей (VR/AR), неотличимых от обычной, станет следующим шагом после Интернета. Правда, создание виртуальной и дополненной реальности одновременно для миллиардов людей потребует в 1000 раз большей мощности, чем есть сегодня. Зато появилось место, куда можно "переселить" всю эту уставшую и разуверившуюся молодёжь. Ведь она не перестала быть цифровой и не вышла из Интернета. А в метавселенной люди смогут взаимодействовать и общаться так же, как и в обычной реальности, но только в цифровом виде. Им будет чем заняться в метавселенной. И времени хватит. К тому же кое-кто уже давно предсказывал цифровому классу обретение в компьютерной среде цифрово-

го бессмертия. Уже сегодня компьютерная анимация в фильмах и видеоиграх почти неотличима от реальных видеоматериалов, а технологии виртуальной VR/AR стремительно развиваются. И пандемия коронавирусной инфекции только ускорила развитие подобных технологий. Почему бы немного не доработать их до полного, так сказать, соответствия реальности. Ну а соответствующий антураж для той реальности создать тоже будет кому.

Однако, чтобы поместить представителей цифрового класса в полностью виртуальную среду, нужно создать их убедительные цифровые образы с реалистичной одеждой, волосами, оттенками кожи — всё это должно отображаться в реальном времени и постоянно синхронизироваться с множеством датчиков, следящих за объектами реального мира. И это не для двух людей, а для сотен миллионов пользователей одновременно. Как минимум, существующих вычислительных мощностей, сетевой инфраструктуры и средств для хранения данных попросту недостаточно, чтобы всё это реализовать. Будут нужны вычислительные возможности на несколько порядков более мощные по сравнению с текущим уровнем.

"Мы верим, что мечта о предоставлении вычислительной мощности в один петафлопс (10^{15} операций в секунду) и одного петабайта (1 млн Гбайт) данных в миллисекунду каждому человеку на планете вполне достижима", — оптимистично закончил свои размышления Раджа Кодури. По сути, один из топ-менеджеров Intel говорит о создании некоего подобия "матрицы" в реальном мире и сетует при этом, что пока это невозможно. При этом очень важно понимать, что он не просто высказывает своё личное мнение, он говорит о направлении развития такой крупной ИТ-компании, как Intel. Иначе говоря, тем самым прогнозируется будущее для всего человечества, поскольку вслед за Intel и Meta пойдут и все остальные творцы цифрового мира. И сделают всем нам "красиво", направив на реализацию всей этой "красоты" гигантские (если не сказать фантастические) вычислительные мощности, которые ещё только предстоит создать за деньги, которые ещё только предстоит всем нам заработать.

Именно поэтому все мы должны чётко представлять, какого будущего мы хотим своим потомкам. Мы вообще для чего пришли в этот мир? Чтобы раз и навсегда решить вопрос с нашей цивилизацией, разделившись на проживающих в настоящей и в виртуальной реальности? Одни, достойные, будут управлять и творить, а остальные, которых не возьмут эпидемии, пандемии и прочие напасти, погрузятся в дивный новый мир виртуальных удовольствий. При этом переведённые в виртуальный мир будут полностью лишены возможности влиять на мир реальный, что, по сути, означает окончательное и бесповоротное разделение рода человеческого. Ну а думать и производить будут, разумеется, роботы под управлением ИИ. Люди при появлении всевозможного инструментария прямо из Интернета начали глупеть и утрачивать навыки познания, а порой и выживания. ИИ, напротив, умнеет на глазах и не возмущается, что им кто-то управляет.

Иначе говоря, всех с невысоким IQ отправят в виртуальную "матрицу", а пока якобы достойным очень мешают всё ещё оставшиеся умные и образованные, озабоченные восстановлением экономики, предотвращением войн и преступности, реальным решением климатических вопросов, изучением тайн Вселенной и прочими задачами развития цивилизации, включая обучение молодёжи и поднятие образовательного уровня тех, у кого пока невысокий IQ. Скоро впору будет говорить о разделении цифрового класса на цифровую буржуазию и цифровой пролетариат, про нарастающий между ними антагонизм, про моральное загнивание "матрицы" вместе с их создателями. В общем, мутирующий капитализм неизбежно порождает мутирующих чудовищ... Ну а цифровым пролетариям нечего терять в "матрице", кроме своих цифровых цепей. Приобретут же они (точнее, вернут себе) весь реальный мир.

Заметим, на страницах журнала это не первая утопия от желающих порулить вселенной. И в истории нашей цивилизации вряд ли последняя. В следующий раз получше приглядимся к метавселенной.

*По материалам **it-week.ru, kp.ru, cnews.ru, intel.com, forbes.ru, marxists.org***

Ламповый кроссовер с перестраиваемыми фильтрами

В. ФЕДОСОВ, г. Краснодар

В статье приводятся схема и описание гибридного трёхполосного лампового кроссовера на лампах 6Н1П и биполярных транзисторах. Он имеет перестраиваемые активные фильтры верхних частот (ФВЧ) Баттерворта второго порядка со спадом АЧХ за полосой пропускания — 12 дБ/октава. Частоты разделения каналов изменяемые — от 70 до 160 Гц и от 4500 до 7000 Гц. Это позволит оперативно изменить параметры кроссовера для разных акустических систем. Коэффициент нелинейных искажений кроссовера при выходном сигнале 11 В на частоте 1 кГц — 0,013 %, а на частоте 10 кГц — 0,006 %. Максимальное выходное напряжение достигает 100 В, прежде чем появятся видимые искажения. Отличительными чертами кроссовера являются идеальное разделение полос, отсутствие выбросов на частоте раздела и равномерные суммарные АЧХ. Разделение на полосы уменьшает сигнал для каждого усилителя, увеличивает запас по мощности и потенциально позволяет выбирать усилители для каждого канала.

Рассмотрим пути улучшения звучания АС. Начнём со случая, когда обычный усилитель нагружен на двухполосную акустическую систему (АС). В простых АС пассивный кроссовер находится внутри АС и состоит из фильтра нижних частот (ФНЧ) и ФВЧ. Сигналы СЧ и ВЧ обычно намного меньше по амплитуде, чем сигналы НЧ. Усилитель, нагруженный на пассивный фильтр с катушкой индуктивности на магнитопроводе, плохо передаёт динамику, бас и мидбас на НЧ динамическую головку. Для реализации высококачественного однополосного усиления применяют и более сложные пассивные фильтры, а также внешние кроссоверы, которые становятся слишком дорогими и сложными при их реализации на высоком уровне. Но и в этом случае всё равно страдает динамика, хоть и значительно меньше, за счёт меньшего сопротивления катушки индуктивности.

Ранее для улучшения качества звучания лучшие компании в области аудио, такие как JBL, Bozak, Sansui, Nikko, Marantz и другие, имели би- и триампинговые системы, которые подключались к ламповым электронным кроссоверам через оконечные усилители. К примеру, в начале семидесятых у компании Pioneer было несколько линий активных кроссоверов серии SF, а затем D23. Кроссоверы имели и разное число ламп, к примеру, в ламповом кроссовере Audio Research EC-3 использовалось двенадцать ламп 12AX7. Не остались в стороне и инженеры СССР. К примеру, для улучшения качества звучания институтом НИКФИ в 1956 г. был разработан двухполосный ламповый стереофонический комплекс КЗВС-4, который изготовлялся Ленинградским заводом КИНАП.

Наиболее качественное звучание АС обеспечивает активная трёхполосная система, для которой характерно большее потребление энергии, но в этом случае можно выбрать и усилите-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

+420 В
R6 220 к
R11 10 к
3,5 мА
0,8 мА
R12 10 к
+249 В
R13 10 к
VT3
C6 47 н
б
R17 36 к
R18 36 к
а
C1 4700
C3 4700
C2 22 н
C4 22 н
Вход
R3 10 к
R4 20 к
VL1.1
Нак 1
R2.1 50 к
R2.2 100 к
R1 10 к
R5 100
Общий
VD1
VD5
C5 68 мк x x 450 В
9 мА
+150 В
VT1
VT2
R7 220 к
R14 470
R8 100 к
R9 10 к
R10 220 к
R15 10 к
R16 10 к
в
VD1–VD20 КД521А
-150 В
+15 В
R21 100
C8 1 мк
C7 1 мк
DA1 OP07
R20 100 к
R19 100 к
C11 1 мк
R22 100
-15 В
R26 220 к
0,8 мА
R29 10 к
VT1–VT10 2SC5387
R25 1 М
C9 22 н
C10 3 н
R30 10 к
R31 10 к
VL1.2
R23 100 к
R24 100 к
Нак 2
+15 В
R38 100
C14 1 мк
C13 1 мк
DA2 OP07
R37 100 к
R36 100 к
C15 1 мк
R39 100
-15 В
9 мА
VD6
VD10
C12 68 мк x x 450 В
VT4
VT5
R27 220 к
R32 470
R28 75 к
R33 10 к
R34 10 к
R35 10 к
Выход НЧ
VL1, VL2 6Н1П

Рис. 1

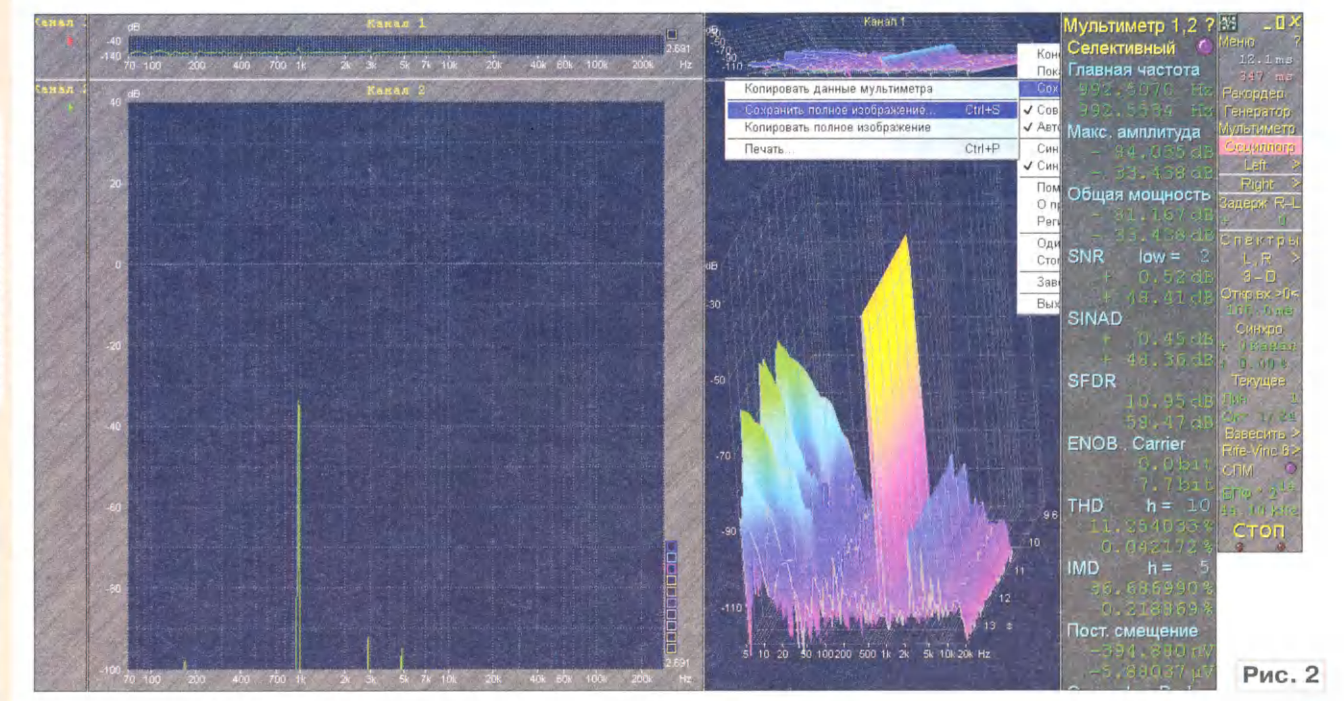
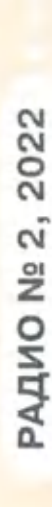


Рис. 2



+420 В
XT1 +420 В
R44 220 к
R47 10 к
3,5 мА
0,8 мА
R48 10 к
R49 10 к
VT8
R63 220 к
0,8 мА
C24 1 мк х 630 В
R66 10 к
R67 10 к
R68 10 к
Нак.1
XT2
Накал
XT3
Нак.2
+15 В
R59 100
C21 1 мк
VL2.2
C22 200
R77 1 М
XT4 +15 В
+15 В
+249 В
C19 47 н
R61 100 к
R75 100
C16 2,2 н
C17 2,2 н
C20 1 мк
C27 1 мк
а
R40 10 к
R41 20 к
VL2.1
R54 36 к
R55 36 к
DA3 OP07
R62 100 к
C26 1 мк
R42.1 50 к
R42.2 100 к
Нак 1
R58 100 к
R57 100 к
Нак 2
DA4 OP07
R43 100
C23 1 мк
9 мА
R74 100 к
VD16
R73 100 к
VD11
C18 68 мк х х 450 В
9 мА
R60 100
C25 68 мк х х 450 В
C28 1 мк
VD20
VD15
VT6
+150 В
-15 В
VT9
R76 100
XT5 -15 В
-15 В
VT7
R69 470
VT10
R45 220 к
R50 470
R64 220 к
XT6 Общий
R56 10 к
R72 10 к
R46 100 к
R53 220 к
R51 10 к
Выход ВЧ
R70 10 к
Выход СЧ
R52 10 к
R65 75 к
R71 10 к
-150 В
XT7 -150 В

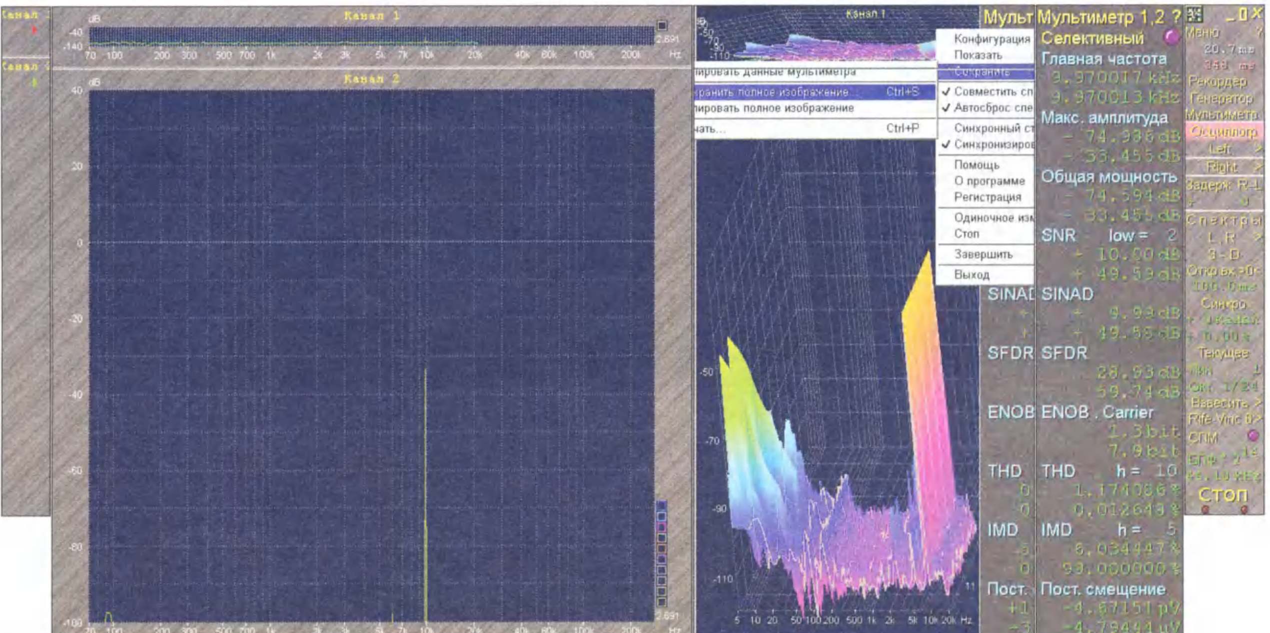


Рис. 3

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Рис. 4

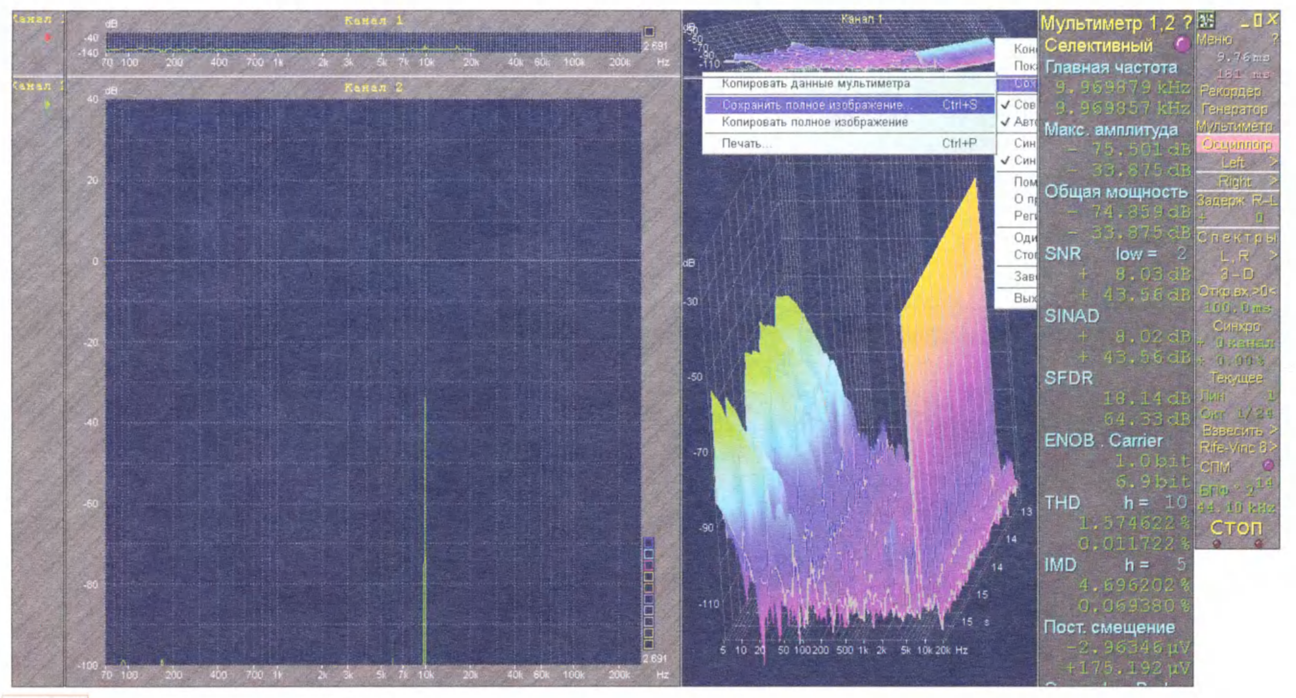


Рис. 5

ли разной мощности и разного класса для НЧ, СЧ и ВЧ. Стоит отметить, что усилители обычно наиболее эффективны при максимальной выходной мощности. В активном кроссовере входной сигнал делится на три части: НЧ, СЧ и ВЧ. Главным преимуществом активной трёхполосной системы усиления является прямое соединение усилителя с динамической головкой, что обеспечивает лучшее демпфирование. Между динамическими головками в АС больше нет электрической связи. Если НЧ динамическая головка начинает искажать свой сигнал, он больше не воздействует на выходы СЧ и ВЧ усилителей. Если усилители используют общий источник питания, как большинство AVR (аудио-, видеоресиверов), возможная взаимная модуляция между усилителями всё ещё может происходить через источник питания, но этот эффект можно устранить. Теперь усилители напрямую управляют динамическими головками, поэтому потенциально снижаются общие искажения. При трёхполосном усилении ощущается заметное снижение интермодуляционных и динамических искажений.

В диапазоне НЧ при уровне звукового давления 80 дБ сигнал с частотой 100 Гц должен быть примерно громче

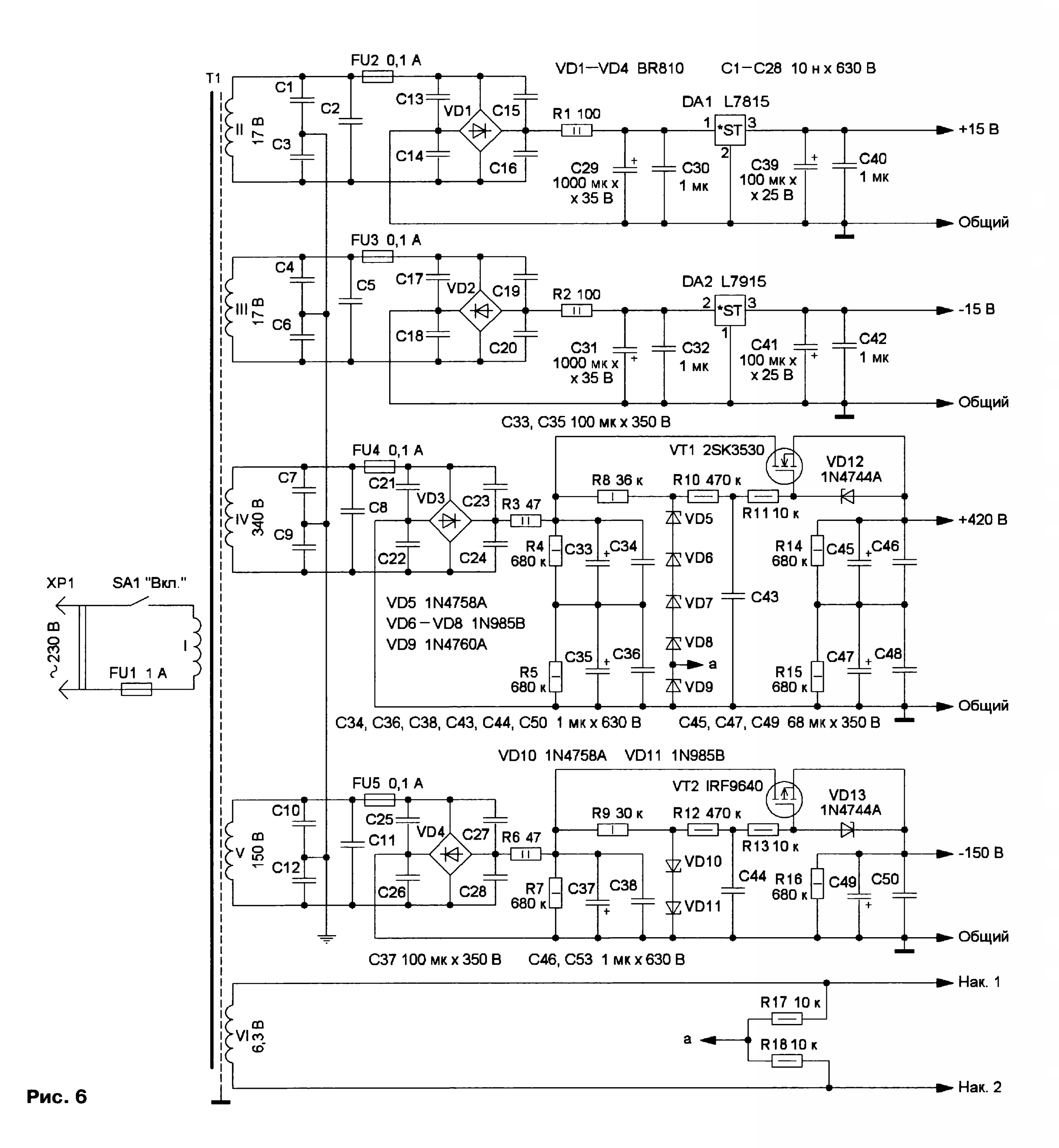


Рис. 6

на 10 дБ (в 10 раз больше по мощности), чтобы звучать так же громко, как сигнал с частотой 1 кГц, и должен быть примерно на 20 дБ громче (в 100 раз больше по мощности) на частоте 60 Гц. Это одна из причин, по которой используется НЧ-усилитель гораздо большей мощности, чем СЧ и ВЧ.

Активный кроссовер устанавливают перед усилителями мощности, и он разделяет сигнал на три полосы. На схеме устройства (**рис. 1**) показан только один стереоканал. В кроссовере применены два перестраиваемых ВЧ-фильтра. От блока питания для лампового кроссовера требуются те же параметры, что и от блока питания лампового фонкорректора, а именно малые напряжения пульсаций, вследствие чего необходимы стабилизаторы напряжения. В устройстве применены лампы 6Н1П. Они выбраны за их доступность, хороший спектр, линейность и не слишком большой коэффициент усиления. В качестве усилительного каскада применён фазоинвертор с разделённой нагрузкой, где с катода лампы снимается основной сигнал, а с анода — его противофазная копия. При малом анодном токе выходное сопротивление катодного повторителя всё ещё велико, несколько сотен ом, поэтому фильтр дополнен составным эмиттерным повторителем для уменьшения его выходного сопротивления и для большей отдачи выходного тока. Коэффициент передачи фильтра при указанных номиналах элементов — 0,944. Входное сопротивление катодных повторителей велико и практически не влияет на параметры фильтров. Входы ВЧ-фильтров непосредственно подключены к регулятору уровня громкости R1. В кроссовере применены два двойных триода 6Н1П на каждый канал. За счёт двухполярного питания имеется хороший запас по выходному напряжению.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Для оценки спектра и КНИ кроссовера сначала необходимо рассмотреть **рис. 2** и **рис. 3**. На них показан спектр и искажения генератора сигнала ГЗ-118 на частотах 1 и 10 кГц при выходном напряжении 11 В. На **рис. 4** и **рис. 5** показаны спектр и искажения на выходе кроссовера на этих же частотах при выходном напряжении 11 В. В реальности при выходном напряжении 2 В искажения активного лампового кроссовера ещё меньше, чем показанные на рисунках. Очевидно, что запас по напряжению выходного сигнала 100 В — это очень хорошо для выходного сигнала с номинальным напряжением 2 В. Небольшие вносимые потери сигнала в ламповом кроссовере вполне допустимы, они легко компенсируются в оконечных усилителях. Общая регулировка уровня громкости осуществляется входным регулятором уровня. Это могут быть моторизованные переменные резисторы серии Alps или лестничный регулятор Никитина.

Рассмотрим работу лампового гибридного кроссовера. Звуковой сигнал подаётся на регулятор уровня сигнала — резистор R1. С его движка сигнал поступает на первый активный перестраиваемый ФВЧ, собранный на лампе VL1.1 и составном эмиттерном повторителе VT1VT2, а через резистор R23 сигнал в фазе подаётся на так называемый первый фильтр дополнительной функции (ФДФ), собранный на лампе VL1.2. Одновременно с выхода эмиттерного повторителя на транзисторе VT2 через конденсатор C6 и резистор R24 на ФДФ поступает противофазная копия выходного сигнала первого ФВЧ. Поэтому выходной сигнал первого ФДФ представляет собой разность между двумя сигналами, поступающими на вход кроссовера и с выхода первого ФВЧ. В результате формируется сигнал НЧ-канала, который снимается с регулятора уровня сигнала — резистора R35.

С движка резистора R1 сигнал поступает на второй активный перестраиваемый ФВЧ, собранный на лампе VL2.1 и составном эмиттерном повторителе VT6VT7, выходной сигнал ВЧ-канала поступает на регулятор уровня — резистор R56. С выхода первого ФВЧ сигнал через резистор R61 поступает на второй ФДФ, собранный на лампе VL2.2. В этот же ФДФ через конденсатор C19 и резистор R62 поступает противофазный сигнал с выхода второго активного перестраиваемого ФВЧ, собранного на лампе VL2.1. В результате чего на этом ФДФ формируется сигнал СЧ-канала, нижнюю границу полосы пропускания которого можно регулировать в диапазоне 70...160 Гц, а верхнюю — в диапазоне 4500...7000 Гц. Эти границы можно легко изменить путём изменения номиналов резисторов и конденсаторов в активных ФВЧ. Каскады на ОУ DA1—DA4 поддерживают нулевое напряжение на выходах всех составных эмиттерных повторителей.

Выбор оконечных усилителей тоже имеет значение. Для НЧ-канала это может быть транзисторный усилитель класса AB, для СЧ-канала — ламповый усилитель, двухтактный или однотактный. Для ВЧ-канала альтернативы усилителю класса A, наверное, нет. В простом случае возможно применить AVR (аудио-, видеоресивер), который имеет шесть входов и столько же отдельных усилителей. Переменные сдвоенные резисторы R2 и R42 собирают из двух сдвоенных резисторов сопротивлением 50 кОм и 100 кОм путём взаимной перестановки токопроводящих поверхностей. Все источники напряжения питания стабилизированы. При налаживании кроссовера необходимо установить одинаковые переменные напряжения на катодах и анодах ламп VL1.1 и VL2.1. Для этого предусмотрены подстроечные резисторы R8 и R46.

Схема блока питания кроссовера показана на **рис. 6**. Общая потребляемая мощность — около 90 Вт. В блоке питания применён трансформатор с пониженной индукцией и с габаритной мощностью 120 Вт. Для работы кроссовера необходимо пять источников напряжения, поэтому трансформатор имеет пять вторичных обмоток. Две обмотки по 17 В и током до 0,1 А предназначены для стабилизаторов с выходным напряжением +15 В и −15 В. Обмотка для стабилизатора анодного напряжения — 340 В с током до 0,1 А. Обмотка для стабилизатора минусового напряжения — 150 В с током до 0,1 А. Обмотка для накала ламп — напряжение 6,3 В, ток до 4 А. Все обмотки, кроме накальной, подключены к выпрямительным мостам VD1—VD4 (BR810), диоды которых зашунтированы конденсаторами C13—C28, что позволяет уменьшить коммутационные помехи при их переключении. Стабилизаторы напряжения +15 В и −15 В собраны на интегральных стабилизаторах DA1, DA2 и особенностей не имеют. Для стабилизации анодного напряжения использован стабилизатор на полевом транзисторе VT1 и стабилитронах VD5—VD9. Сглаживающие конденсаторы C33 и C35 шунтированы разрядными резисторами R4, R5 и помехоподавляющими конденсаторами C34 и C36. По аналогичной схеме собран и стабилизатор напряжения −150 В. Накалы ламп питаются переменным напряжением 6,3 В, поэтому применяются меры к уменьшению фона путём подачи на них напряжения +68 В, которое снимается со стабилитрона VD9 и через резисторы R17, R18 подаётся на накальные цепи ламп. С учётом колебаний сетевого напряжения на каждом из транзисторов VT1, VT2 может рассеиваться мощность около 4 Вт, поэтому они установлены через керамические прокладки на теплоотвод. ■

Реализация технологий прямого цифрового усиления в звуковой аппаратуре

Устройство и ремонт DVD-ресиверов Harman Kardon серии HSxxx с технологией DDX®

Ю. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ, г. Таганрог Ростовской обл.

Цифровые методы обработки звуковых сигналов уже давно получили распространение в бюджетной звуковой аппаратуре. Их основное достоинство в сочетании с применением импульсных источников питания — высокая эффективность (от 80 % и более). Различные усилители, AV-ресиверы и комбинированные устройства с цифровыми звуковыми трактами при значительной выходной мощности отличаются сравнительно небольшими габаритами и массой. Цифровые звуковые тракты используют в своей продукции такие гранды бытовой электроники как Sony, Panasonic, Philips, Pioneer и многие другие производители массовой потребительской электроники. Однако далеко не все производители, ориентирующиеся на сегменты высококачественной Hi-Fi-техники, выпускают звуковую аппаратуру с цифровыми звуковыми трактами. Одна из компаний, ориентирующаяся на Hi-Fi-технику, — Harman Kardon.

Компания Harman Kardon (США) уже не один десяток лет занимает лидирующие позиции в сфере разработки и производства высококачественной аудиотехники. Немало владельцев различной техники компании имеется и в России. Аппараты Harman Kardon различных лет выпуска весьма дороги, поэтому их

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ремонт остаётся актуальным и в настоящее время. Вначале коротко остановимся на основных этапах развития компании и некоторых примерах удачных конструкций, получивших признание любителей высококачественного звуковоспроизведения.

В начале 50-х годов прошлого столетия Сидней Харман (Sidney Harman, 1918—2011 гг., ***рис. 1 на 2-й с. обложки***) был генеральным директором компании David Bogen, производившей оборудование громкоговорящей связи и акустические системы, а Бернард Кардон работал там же главным инженером. В 1953 г. они основали собственную фирму по производству звуковой аппаратуры (в 1956 г. Кардон ушёл из компании). Первым продуктом новой компании, выпущенным в 1954 г., стал аппарат, в котором были интегрированы АМ/ЧМ тюнер, предварительные усилители и усилитель мощности под названием Harman Kardon Festival D1000, ставший одним из первых в мире Hi-Fi аудио ресивером (внешний вид ресивера показан на ***рис. 2 на 2-й с. обложки***).

В конце 50-х — начале 60-х годов компания выпускала различные ламповые стереоусилители, отличавшиеся широкой полосой пропускания (до 60 кГц), эти аппараты и до настоящего времени представляют коллекционную ценность и востребованы у любителей высококачественного звука. На ***рис. 3 на 2-й с. обложки*** показан один из таких усилителей мощности — Citation II, выпущенный в 1959 г., основные характеристики аппарата: выходная мощность — 2×60 Вт на нагрузке 8 Ом, фактор демпфирования — 18, общие гармонические искажения (THD) = 0,5 %, полоса пропускания — 18...40000 Гц, отношение сигнал/шум — 90 дБ.

В 1969 г. компания приобрела известного производителя акустических систем JBL, а также ряд других технологических компаний, что позволило создать холдинг Harman International Industries, Incorporated, ставший к середине 70-х годов крупнейшим игроком на рынке аудио в США.

В 80-годах компания выпускала высококачественные сильноточные транзисторные усилители мощности (УМ) серии Citation, один из таких аппаратов Citation XX ***(рис. 4 на 2-й с. обложки)*** был отмечен журналом Audio Critic как усилитель с лучшим в мире звуком. Основные характеристики УМ: выходная мощность — 2×250 Вт на нагрузке 8 Ом, фактор демпфирования — 250, THD = 0,05 %, диапазон частот — 0,1...220000 Гц, отношение сигнал/шум — 105 дБ, габариты — 555×482×194 мм, масса — 42 кг.

В 1990—2000-е годы компания активно внедряла в свои продукты цифровые технологии обработки звука и видео. В широкой номенклатуре аудиотехники компании появились многоканальные AV-ресиверы для систем домашнего кинотеатра с поддержкой цифровых форматов Dolby Digital, DTS и других, например, в 2000 г. компания выпустила AV-ресивер для систем домашнего кинотеатра в конфигурации 5.1 AVR-7000 ***(рис. 5 на 2-й с. обложки)***, способный работать с сигналами высокого разрешения HDCD фирмы Pacific Microsonics. Основные характеристики AV-ресивера: долговременная выходная мощность в стереорежиме — 2×110 Вт на нагрузке 8 Ом при THD не более 0,07 % в полосе частот 20...20000 Гц (в многоканальном режиме — 100 Вт на канал при тех же условиях), отношение сигнал/шум — 95 дБ, полоса пропускания при выходной мощности 1 Вт — 10...100000 Гц, скорость нарастания выходного напряжения — 40 В/мкс, габариты — 519×440×193 мм, масса — 22 кг. В выходных каскадах усилителей мощности аппарата применены комплементарные пары биполярных транзисторов 2SC5200, 2SA1943 (по два параллельно включённых прибора в каждом плече УМ). Приборы специально разработаны для применения в Hi-Fi усилителях мощности и в рассматриваемом аппарате работают при напряжении питания ± 65 В.

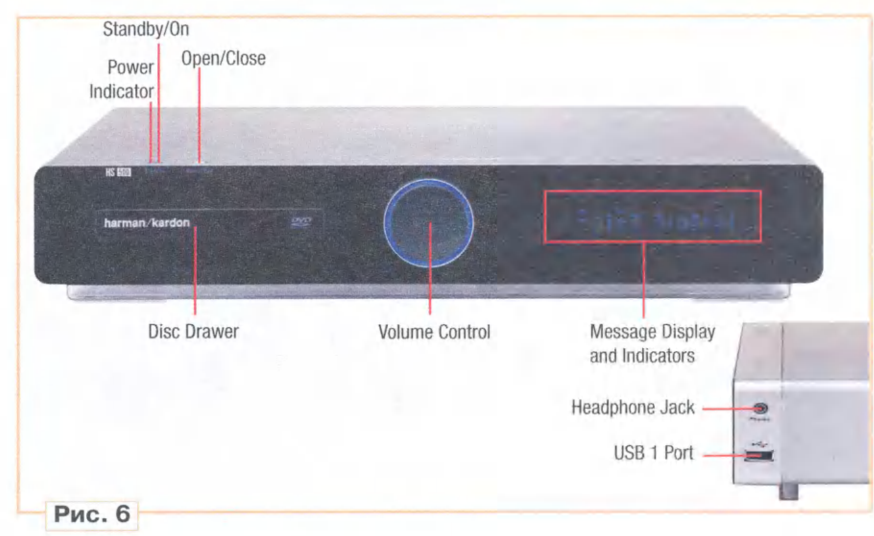


Рис. 6

В 2007 г. Сидней Харман покинул компанию, оставив на посту генерального директора Динеша Паливала, а в марте 2017 г. компания была приобретена корпорацией Самсунг за 8 млрд долларов. В России продукты Harman Kardon продаются в фирменных магазинах Самсунг и авторизованных партнёров (Эльдорадо, М.Видео, DNS и других), а также в российском Интернет-магазине Harmansound (**http://www.harmansound.ru/**).

Технологии прямого цифрового усиления Harman Kardon начала применять в середине 2000-х годов, причём использовались различные технологии, в частности, DDX® в DVD-ресиверах серии HS100—HS500 и PurePathTM в Blue ray-ресиверах серии BDS.

Системы домашнего кинотеатра HS200 (конфигурация 2.1) и HS100/300/500 (5.1) модельного ряда 2007 г. фактически являются двух (HS200) или пятиканальными DVD-ресиверами с выходами на активные сабвуферы, внешний вид моделей HS100/300/500 показан на **рис. 6** (Standby/On — индикатор режимов, Power Indicator — индикатор сети, Open/Close — индикатор положения лотка, Disk Drawer — лоток диска, Volume Control — регулятор громкость, Message Display and Indicators — дисплей и индикаторы, Headphone Jack — разъём для подключения головных телефонов, USB 1 Port — разъём USB), **рис. 7** (задняя панель; Optical Digital Audio Input — оптический аудиовход, Coaxial Digital Audio Output — коаксиальный аудиовыход, Auxiliary Analog Audio Inputs — внешние аналоговые входы, Coaxial Digital Audio Input — коаксиальный аудиовход, Analog Audio Outputs — аналоговые аудиовыходы, TV Analog Audio Inputs — аудиовходы аналогового ТВ, AC Power Input — сетевой разъём, Speaker Outputs — выходы на АС, Subwoofer Output — выход на сабвуфер, Subwoofer Triger Output — выход управления сабвуфером, USB 2 Port — разъём USB, Remote IR Input — вход ИК ДУ, Remote IR Output — выход ИК ДУ, HDMI Output — выход HDMI, Component Video Monitor Outputs — компонентный видеовыход, Composite Video Monitor Output — композитный видеовыход, S-Video Monitor Output — выход S-Video, FM Antenna — разъём для подключения УКВ-антенны). Аппараты могут быть укомплектованы акустическими системами собственного производства (HKTS 2 для HS200).

Модель HS100 предназначена для поставок в Северную Америку, остальные модели — для рынков Европы и других регионов.

Основные особенности и характеристики DVD-ресиверов

Выходная мощность HS100/300 — 5×35 Вт на нагрузке 6 Ом при THD не более 0,5 % в полосе частот 20...20000 Гц; HS200/500 — 2/5×65 Вт на нагрузке 6 Ом при THD = 0,5 % в полосе частот 20—20 000 Гц.

Отношение сигнал/шум — не менее 80 дБ.

Динамический диапазон — не менее 85 дБ.

Воспроизводимые диски — DVD, DVD-Audio, DVD+R/RW, CD, CD±R/RW, VCD, SVCD.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 2, 2022

Интерфейсы — RCA (Аудио/видео), HDMI, USB, SPDIF (коаксиальный и оптический), SCART (в европейских исполнениях).

Звуковые форматы — Dolby Digital, DTS, Dolby Pro Logic, Dolby Pro Logic II, MPEG Audio, PCM (ИКМ), MP3, WMA.

Габариты/масса:
HS100 — 410×381×68 мм/4,8 кг;
HS200 — 350×250×84 мм/3,8 кг;
HS300 — 440×380×68 мм/7,5 кг;
HS500 — 440×380×68 мм/8,5 кг.

HOP1200W фирмы Hitachi. У многих дистрибьюторов запасных частей в ассортименте представлены оптические блоки для рассматриваемых приводов, а также механизмы приводов с оптическими блоками (без корпусов самих приводов). На **рис. 8** показан механизм привода DV342 с оптическим блоком SF-HD62, а на **рис. 9** — внешний вид оптического блока HOP1200W.

Характерные неисправности приводов дисков могут проявляться сбоями

контактов, CN3 (24 контакта, в модели HS200 разъёмы CN1 (12 контактов), CN2 (24 контакта). Затем нужно почистить контакты шлейфов, например, с помощью обычного ластика, и снова установить шлейфы на место.

Значительную часть функций обработки цифровых сигналов изображения и звука рассматриваемых DVD-ресиверов обеспечивает система-на-кристалле (СнК) AML3278 (AML3390DTS в модели HS100) фирмы Amlogic Inc. Компания

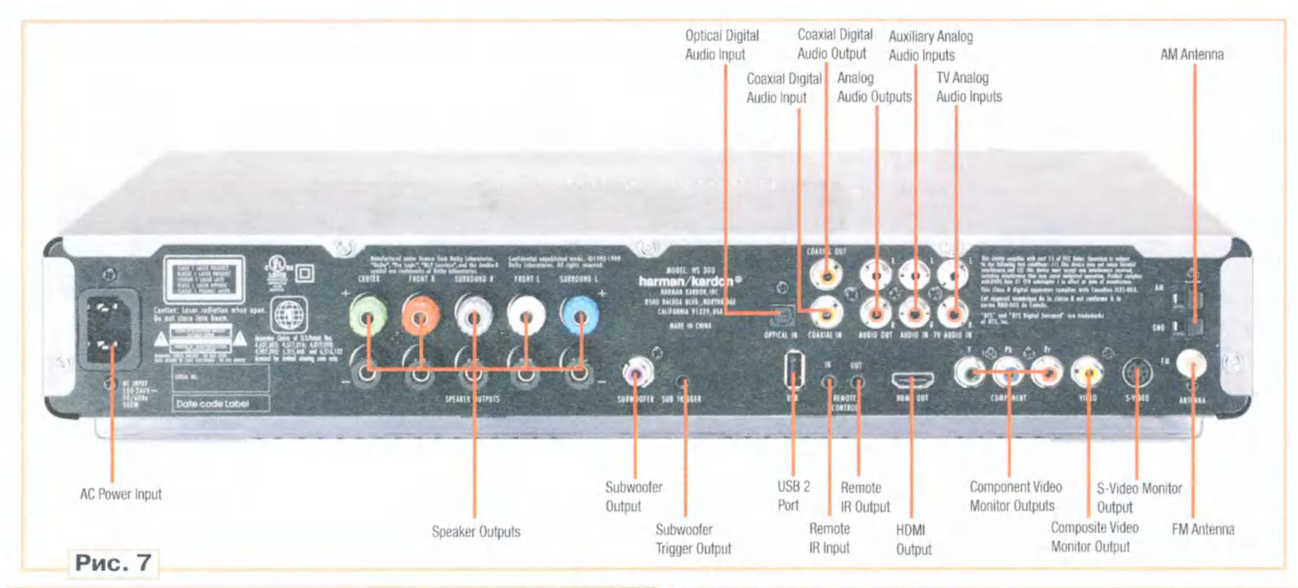


Рис. 7

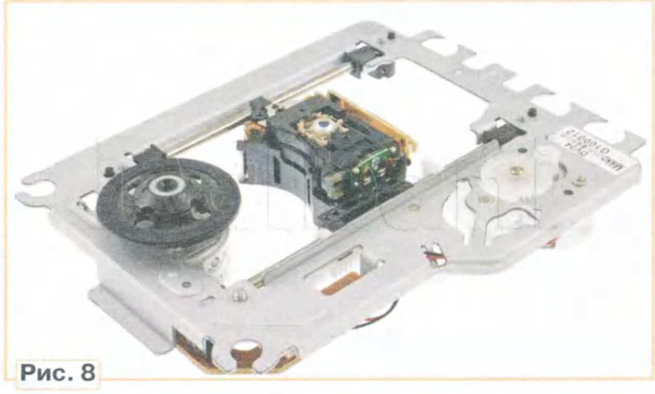


Рис. 8

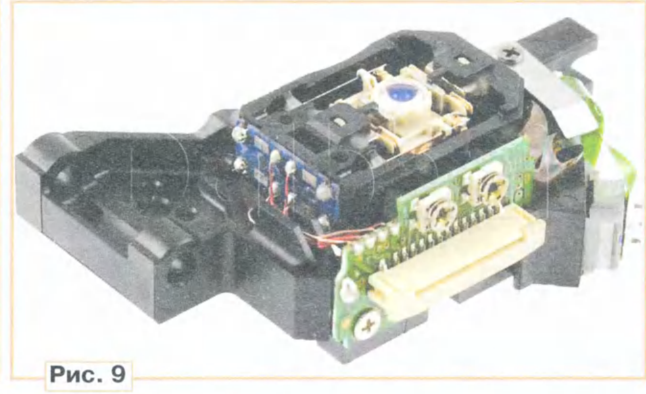


Рис. 9

В комбинированных устройствах, таких, например, как рассматриваемые DVD-ресиверы, причиной неисправностей нередко становятся отказы приводов дисков, причём в ряде случаев аппараты оказываются заблокированными собственными системами самодиагностики, препятствующими включению любых режимов работы, а не только воспроизведения дисков. Восстановить работу аппаратов (кроме воспроизведения дисков) во многих случаях поможет отключение шлейфов от разъёмов приводов дисков. Ремонт самих приводов на компонентном уровне для рассматриваемых моделей не предусмотрен, при их отказах предполагается замена приводов целиком.

В рассматриваемых DVD-ресиверах могут использоваться два типа приводов дисков — DV342 loader с оптическим блоком SF-HD62 фирмы Sanyo и DM3403-C с оптическим блоком

или "зависаниями" при воспроизведении DVD при нормальном воспроизведении CD. Вероятными причинами сбоев могут быть как снижение мощности лазерного диода из-за старения, так и загрязнение линз оптического блока привода. Перед заменой привода дисков или оптического блока следует превентивно очистить линзу оптического блока с помощью ватного тампона, смоченного изопропиловым спиртом. Отказы и сбои при воспроизведении дисков могут быть вызваны не только неисправностями приводов, но и отказами электронных узлов управления на главной плате и в модуле питания проигрывателей, а также нарушением контактов в разъёмных соединениях. В последнем случае следует отсоединить соединительные шлейфы (плоские кабели) от разъёмов приводов и главных плат. В моделях HS300/HS500 это разъёмы CN1 (пять контактов), CN2 (шесть

была основана в 1995 г. в городе Санта Клара (Калифорния, США) для разработки и производства микросхем MPEG-декодеров бытового назначения. Amlogic Inc является Fables компанией, не имеющей собственных производственных мощностей, разработанные ею микросхемы выпускают независимые производители, в основном из Азии. Компания имеет представительства в Шанхае, Пекине, Шэньчжэне, Гонконге (КНР) и Тайбэе (Тайвань).

Микросхема AML3278, выполненная в 256-выводном корпусе, функционирует совместно с внешними запоминающими устройствами (Flash, SDRAM, EEPROM) и взаимодействует с микроконтроллером системы управления аппаратов PIC16C56A фирмы Microchip, а также обеспечивает управление драйвером двигателей привода дисков BA5954FP (или BA5888FP) фирмы Rohm. Для питания СнК AML3278 ис-

РАДИО® ЗВУКОТЕХНИКА
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 2, 2022

пользуются два напряжения — 1,2 и 3,3 В.

Основная часть компонентов рассматриваемых DVD-ресиверов размещена на главной плате (Main Board), плате входов/выходов (Audio in/out board) и плате усилителей (Amplifier Board). На главной плате установлены упомянутая выше СнК AML3278 (позиция U4) с микросхемами памяти SDRAM, Flash, EPROOM, микросхемы интерфейсов USB и HDMI, компоненты видеотракта и системы авторегулирования привода дисков, модуль тюнера, а также некоторые компоненты системы питания, в частности, стабилизатор напряжения 1,2 В на микросхеме U1 BA00HC5FP фирмы Rohm.

На плате входов/выходов размещены компоненты интерфейсов, соответствующие разъёмы, узлы преобразователей и усилителей цифровых и аналоговых сигналов изображения и звука, приёмник сигналов системы ДУ GP1FA513RZ фирмы Sharp и различные ключи на дискретных транзисторах.

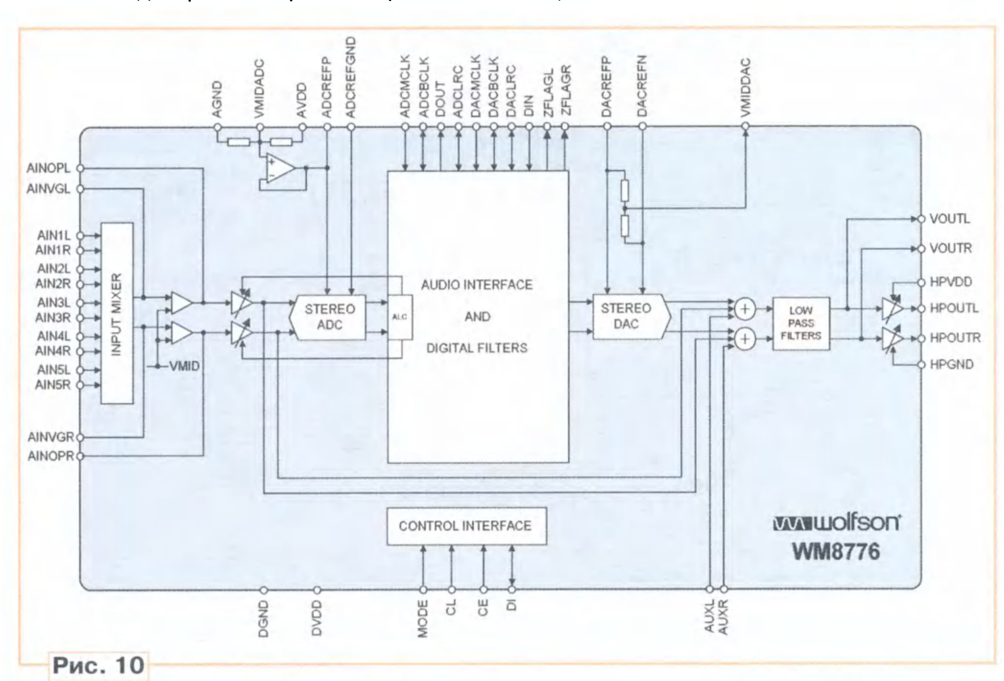


Рис. 10

Преобразование звуковых сигналов от аналоговых источников и вывод обработанных аналоговых звуковых сигналов обеспечивает кодек WM8776 (U302) фирмы Wolfson. Структура этой микросхемы приведена на **рис. 10** (Input Mixer — входной микшер, Stereo ADC — стерео АЦП, Audio Interface and Digital Filters — аудио интерфейс и цифровые фильтры, Control Interface — интерфейс управления, Stereo DAC — стерео ЦАП, Low Pass Filters — ФНЧ).

Микросхема WM8776 позиционируется как 24-разрядный стереокодек с пятиканальным селектором входов, предназначенный для применения в Hi-Fi-системах домашнего кинотеатра, DVD-аппаратуре и других аудиовизуальных приложениях. 24-разрядные стерео сигма-дельта АЦП/ЦАП микросхемы могут работать с частотами дискретизации от 32 до 96 кГц (АЦП) и 192 кГц (ЦАП). Предусмотрены выход на головные телефоны с регулировкой громкости и линейные выходы, поддерживаются форматы аудио данных I^2S с левым и правым выравниванием (Left/Right Justified).

Основные особенности и характеристики микросхемы

Отношение сигнал/шум ЦАП/АЦП — 108/102 дБ.

Диапазон регулировки усиления по входам селектора — от −21 дБ до +24 дБ с шагом 0,5 дБ.

Режимы программируемого ограничения или автоматической регулировки уровня (ALC).

Стерео ЦАП с независимой аналоговой и цифровой регулировкой громкости.

Управление по трёхпроводной шине SPI или двухпроводному последовательному интерфейсу.

Напряжение питания — 2,7...5,5 В (аналоговая часть), 2,7...3,6 В (цифровая часть).

В рассматриваемых DVD-ресиверах напряжение питания для цепей A+5V, 3,3VA, D 12V, D+12V, +5VON, +12Von на плату входов/выходов поступают через разъём CN303 от главной платы (разъём CN9). Цифровые сигналы звуковых данных, сигналы управления и синхронизации на плату входов/выходов поступают через разъём CN302 также от главной платы (разъём CN11), видеосигналы — через разъём CN301 (на главной плате разъём CN13).

Звуковой тракт рассматриваемых DVD-ресиверов выполнен по технологии прямого цифрового усиления DDX® компании Apogee Technology Inc. Компания была организована в 1987 г. в штате Делавэр (США) под названием Apogee Acoustics Inc и занималась разработкой и производством высококачественных ленточных громкоговорителей для домашних аудиосистем класса Hi-Fi. Компания является разработчиком первой в мире полностью цифровой технологии звуковых усилителей DDX® и микросхем для её реализации. Apogee Technology совместно с партнёрской компанией STMicroelectronics быстро завоевала лидирующие позиции в этом сегменте рынка аудиотехники. Обе компании совместно разработали более 25 микросхем для реализации технологии DDX®, а суммарный объём производства превысил 35 млн устройств, нашедших применение в готовых изделиях таких компаний, как Sony, Sharp, Samsung, Harman Kardon, Hitachi, Kenwood, LG, Philips, RCA, Zenith. В 2005 г. Apogee Technology продала свой аудиобизнес компании SignalTel Inc, сосредоточившись на нанотехнологиях и микроэлектромеханических системах.

Технология DDX® (Direct Digital Amplification), по заявлению самой Apogee Technology, обеспечивает полностью цифровой звук от источника к громкоговорителю. Однако в этом утверждении кроется определённое противоречие, так как фактически на выходах усилителей мощности в системе DDX и ей подобных формируется не цифровой, а импульсный сигнал с широтно-импульсной модуляций с частотой заполнения в десятки и сотни килогерц, а максимальная выходная мощность усилителя зависит от напряжения источника питания.

Главной особенностью технологии DDX является отсутствие в тракте ЦАП при воспроизведении звука с цифровых источников, вместо ЦАП используется запатентованный преобразователь цифровых (с импульсно-кодовой модуляцией и других) в ШИМ-сигналы. При использовании аналоговых источников (проигрыватели винила, УКВ ЧМ-тюнеры, магнитофоны, микрофоны) системы с DDX даже по собственному определению уже не могут считаться полностью цифровыми, так как содержат АЦП для преобразования аналоговых сигналов в цифровой вид.

Стоит отметить и другую особенность технологии DDX — наличие искажений звуковых сигналов, связанных с демодуляцией ШИМ-сигналов. Речь идёт об очень малых значениях общих гармонических искажений, обращают внимание на которые в основном любители высококачественного звука. При демодуляции ШИМ-сигналов на выходе усилителей класса D формируется не линейный звуковой сигнал, а его аппроксимация, полученная из последовательности импульсов различной длительности, следующих с частотой заполнения ШИМ-сигналов. Точность восстановления исходного линейного сигнала зависит от различных факторов, в том числе от значения частоты следования импульсов, чем она выше, тем точнее восстанавливается исходный аналоговый сигнал. Поэтому устранение ЦАП из

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

трактов систем с DDX не означает полное исключение искажений, а их уровень зависит от конкретной реализации устройств. Например, рассматриваемые DVD-ресиверы обеспечивают THD на уровне 0,5 %, что значительно больше, чем у большинства AV-ресиверов с ЦАП и усилителями класса AB высокого класса.

Технология DDX основана на специальной трёхуровневой или демпфированной троичной модуляции и тернарной архитектуре с демпфированием (Damped Ternary Architecture) для повышения эффективности и снижения электромагнитных помех. Сама компания Apogee Technology поясняет принцип работы усилителей с этой архитектурой диаграммами, показанными на **рис. 11**, в сравнении с обычно используемым режимом.

В традиционных двухуровневых (Binary) архитектурах с ШИМ на выходах усилителей класса D (до ФНЧ) независимо от наличия или отсутствия полезного звукового сигнала (Net Signal) генерируется неиспользуемая последовательность импульсов (Unused Signal) с амплитудой, равной напряжению источников питания, что сопровождается потерями на переключения и генерацией электромагнитных помех. В тернарной архитектуре с демпфированием систем с DDX ШИМ-несущая включается только при наличии полезного звукового сигнала, при его отсутствии нагрузка соединяется с общим проводом (демпфируется). По заявлению компании Apogee Technology энергия ШИМ-несущей в системах с DDX оказывается на 16 дБ меньше, чем у сопоставимых двухуровневых систем.

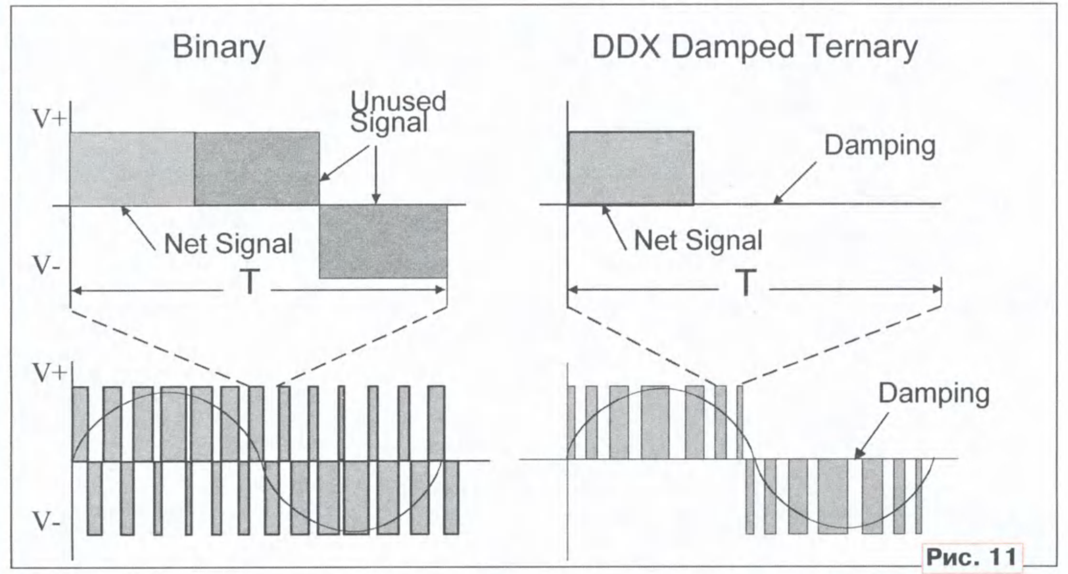


Рис. 11

Рис. 12

Системы с демпфированной троичной модуляцией также характеризуются лучшей эффективностью (до 20 %) в сравнении с системами с традиционной ШИМ и усилителями класса D за счёт блокирования ШИМ-несущей в паузах звуковых сигналов. В этой связи системы с DDX оказываются более защищёнными и от пульсаций источников питания, что позволяет снизить требования к самим источникам питания и удешевить их. Однако это касается в основном недорогих массовых устройств, в изделиях класса Hi-Fi требования к качеству источников питания также высоки, как и к устройствам с усилителями класса AB.

В аналоговых усилителях класса AB и класса D с аналоговыми предварительными усилителями для снижения искажений обычно используются обратные связи, что снижает их устойчивость при работе на низкоомные нагрузки. В системах с DDX не используются обратные связи, а снижение искажений достигается специальной цифровой обработкой сигнала. В результате усилители с DDX могут хорошо работать на низкоомные нагрузки, например, в автомобильных приложениях с сопротивлением нагрузки 0,7 Ом была достигнута мощность 100 Вт и более без проблем с устойчивостью.

Достоинством систем с DDX является и возможность масштабирования конкретных устройств с точки зрения выходной мощности и качества звучания. В частности, один и тот же контроллер DDX (преобразователь импульсно-кодовая модуляция/ШИМ) может без изменения схемы работать с выходными каскадами различной мощности. В то же время для систем высокого класса можно использовать 24-битное представление звуковых сигналов, а для простых голосовых приложений — восьмибитное.

В рассматриваемых DVD-ресиверах компоненты цифрового звукового тракта установлены на плате усилителей, во всех моделях используются однотипные микросхемы и похожие схемотехнические решения. Для примера на **рис. 12**, **рис. 13** приведены фрагменты электрической принципиальной схемы платы усилителей моделей HS300/HS500. В качестве ШИМ-контроллера в этой и других рассматриваемых моделях используется микросхема DDX8001 или её аналог STA308A фирмы STMicroelectronics (в модели HS100 позиция микросхемы U3, в модели HS200 — U402). Микросхемы позиционируются как DDX® многоканальные цифровые аудиопроцессоры и представляют собой весьма сложные программируемые цифровые системы с множеством функций и предустановок.

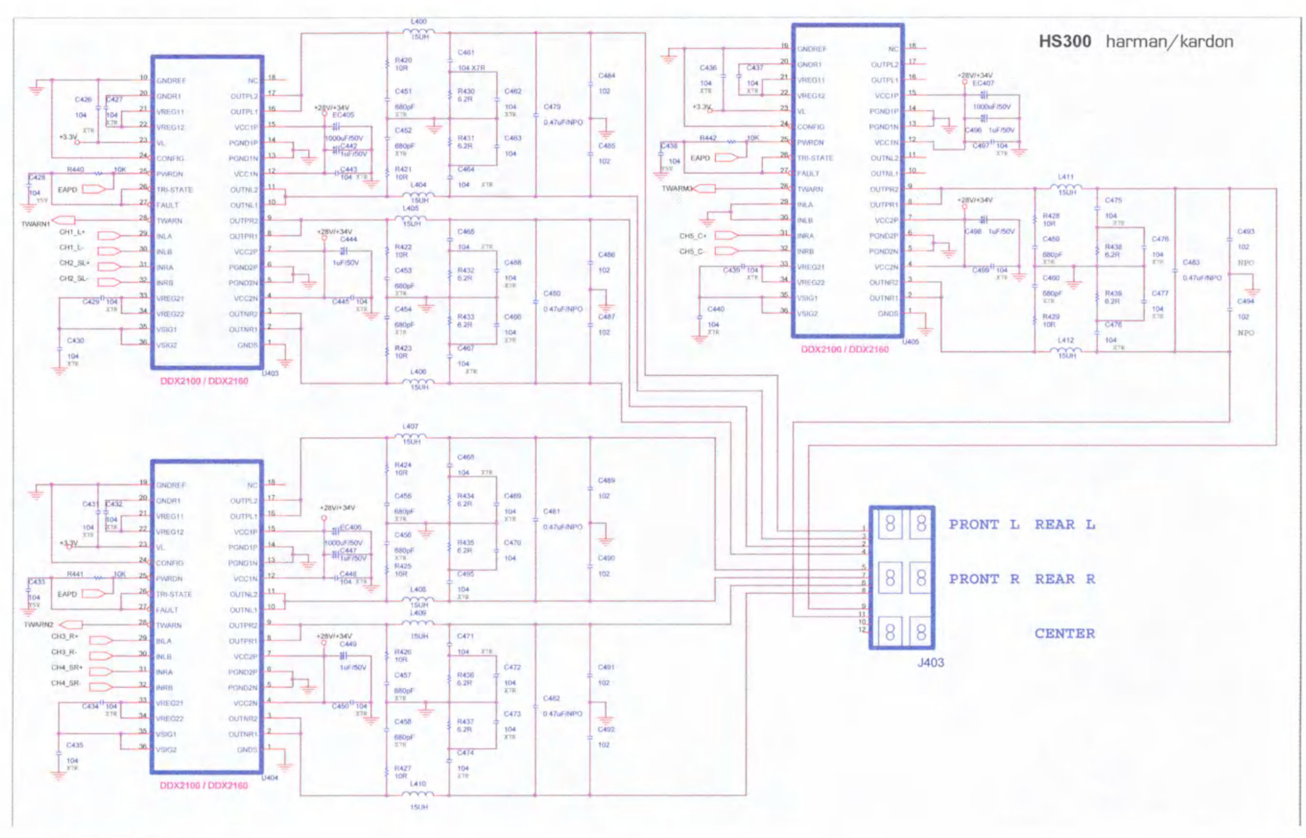


Рис. 13

SA
SCL
SDA
MVO
LRCKI
BICKI
SDI12
SDI34
SDI56
SDI78
SERIAL DATA IN
I²C
SYSTEM CONTROL
OVERSAMPLING
DDX
OUT1A/B
OUT2A/B
OUT3A/B
OUT4A/B
OUT5A/B
OUT6A/B
OUT7A/B
OUT8A/B
CHANNEL MAPPING
VARIABLE OVER-SAMPLING
TREBLE, BASS, EQ (BIQUADS)
VOLUME LIMITING
SERIAL DATA OUT
LRCKO
BICKO
SDO12
SDO34
SDO56
SDO78
SYSTEM TIMING
PLLB
PLL
POWER DOWN
VARIABLE DOWN-SAMPLING
XTI
CKOUT
PWDN
EAPD

Рис. 14

Рис. 15

Приведём некоторые особенности и **характеристики микросхем**.

Восемь 24-разрядных каналов DDX ® (восемь входов/выходов в формате I^2S).

Отношение сигнал/ шум и динамический диапазон — более 100 дБ.

Выбираемая частота семплирования — 32...192 кГц.

Шесть входов с поддержкой цифровых потоков DSD/ SACD.

Цифровая регулировка усиления — от –100 дБ до +58 дБ с шагом 0,5 дБ.

Цифровая регулировка тембра по низким и высоким частотам.

Сдвоенные независимые ограничители/компрессоры.

Режимы ограничения динамического диапазона или антиклиппирования.

Режим AutoModes с параметрами: пятиполосный эквалайзер с 32 предустановками, конфигурации 5.1 и 2.1.

Управление по шине I^2C.

Напряжение питания — 3...3,6 В.

Структура микросхем приведена на **рис. 14**, в её состав входят входной последовательный интерфейс данных (Serial Data In), канальный маршрутизатор (Channel Mapping), настраиваемый узел передискретизации (Variable Over-Sampling), эквалайзер и регуляторы тембра НЧ и ВЧ (Treble, Bass, EQ), ограничитель громкости (Volume Limiting), процессор DDX, понижающий преобразователь (Variable Down-Sampling), выходной последовательный интерфейс (Serial Data Out), узел синхронизации (PLL), узел управления (I^2C), узел управления питанием (Power Down). При необходимости заказа микросхемы STA308A следует иметь в виду, что под этим наименованием компания Sanken выпускает совершенно другие приборы — сборки силовых p-n-p-транзисторов.

Напряжение питания +3,3 В (цепи +3.3V) на соответствующие выводы микросхемы DDX8001 поступает от линейных стабилизаторов с малым падением напряжения RT9161A33 фирмы Richtek (U1 в модели HS100, U400 в моделях HS300/HS500) или AZ1117H-3.3 (U406 в модели HS200. Напряжение +5 В на входы стабилизаторов поступает от разъёмов CN2 (HS100), CN402 (HS200/ HS300/HS500).

Входные цифровые сигналы и сигналы синхронизации на микросхему DDX8001 (U3 в HS100, U401 в HS20/ HS300/HS500) по цепям ADATA0/1/2, ASCLK, CLOCK, AMCLOK, DATA/SDA поступают от главной платы через разъём CN5. Сформированные микросхемой выходные дифференциальные ШИМ-сигналы пяти каналов (двух каналов в модели HS200) поступают на усилители мощности (см. рис. 13) по цепям CH1_L+/L– —CH5_C+/C–, а низкочастотный сигнал для сабвуфера по цепям CH6_SUB+, CH6_SUB– подаётся на выход через сдвоенный операционный усилитель NJM4558 фирмы JRC (U14 в HS100) или NJM2068M (U405 в HS200), NJM2068 (U406 в HS300/ HS500).

Усилители мощности звукового тракта всех рассматриваемых DVD-ресиверов выполнены либо на микросхемах серии DDX2100/DDX2120/DDX2160 компании Apogee Technology, либо на их аналогах STA508 фирмы STMicroelectronics (по характеристикам соответствует DDX2160). Перечисленные микросхемы позиционируются как полностью цифровые высокоэффективные усилители мощности у Apogee Technology или как 40 В/4,5 А счетверённые мощные полумосты у STMicroelectronics. Микросхемы могут использоваться в различных конфигурациях, в рассматриваемых моделях микросхемы используются в двухканальном мостовом режиме (BTL), на **рис. 15** показана конфигурация в четырёхканальном асимметричном режиме (SE), возможен и одноканальный полномостовой режим (PBTL).

Микросхемы выполнены в компактных 36-выводных корпусах Power SO36 и обеспечивают выходную мощность в стереорежиме до 2×80 Вт на нагрузке 8 Ом при напряжении питания 35 В (STA508/DDX2160).

(Окончание следует)

Активные антенны Е-поля
Часть 1

ХАЙО ЛОХНИ, Германия/Россия, г. Гай Оренбургской обл.,
И. МОНОГАРОВ, г. Псков

Многочисленные дискуссии на форуме **radioscanner.ru** по тематике активных антенн позволили в течение последних пяти лет набрать огромный объём проверенной на практике информации и представить материал широкому кругу читателей. За помощь и поддержку всем участникам разных проектов — большое спасибо. Накопленный за пять лет дискуссионный материал показал, что его необходимо систематизировать в виде классического формата статьи в журнале, вопреки всем трендам ухода информации в виртуальное пространство.

Радиолюбительская деятельность очень часто начиналась с появлением в руках какого-либо радиоприёмника, в наши дни это бытовой всеволновый карманный приёмник. При этом надежды на прекрасный радиоприём питаются от рекламных обещаний и от возможности подключить к приёмнику большую внешнюю антенну. Очень быстро "новорождённый" радиолюбитель сталкивается с проблемой — в городских условиях ловить в эфире якобы нечего. Классический вариант приёма с телескопической антенной или с закинутой на дерево во дворе проволочной антенной завершается разочарованием из-за помех от местной бытовой электроники в основном не совсем добросовестных изготовителей. Печально то, что и более совершенные радиоприёмники не способны улучшить приём. Причина этого кроется в обстановке с помехами, и только особые решения антенного вопроса смогут дать положительный результат.

Как улучшить или, отчасти, вообще сделать возможным в городских условиях приём в диапазоне 0,01...30 МГц, обсуждается в этой статье об активных антеннах (АА), принимающих в основном электрическую составляющую (Е-поле) электромагнитной радиоволны. Материалы статьи изложены с таким расчётом, что они будут интересны радиолюбителям с небольшим практическим опытом по изготовлению радиоустройств. Подходящие для начинающих варианты АА будут подробно описаны в части их изготовления и установки. Будут обсуждены важные свойства ключевых электронных компонентов для АА, схемотехнические решения разной сложности, компоновка и налаживание, конструктивные решения, процедура измерения параметров и результаты практических опытов. Для объективного сравнения качества большинство предложенных конструкций АА проверены на основе единой методики измерения, которая учитывает ограниченные возможности любительских лабораторий.

Радиолюбители в городах редко могут развешивать полноразмерные проволочные антенны для работы на КВ, тем более, для низкочастотных диапазонов. И даже если это возможно, то передаваемый сигнал может быть принят на других континентах, но маловероятно, что приём получится хорошим, поэтому двухсторонняя связь не состоится. Обычная причина такой беды — значительный местный электромагнитный фон от электрических приборов. Ещё 30 лет назад помехи создавались в основном строчной развёрткой телевизоров, искрами зажигания автомобилей и мощными электроприводами на заводах, "гудели" трамвайные и троллейбусные линии от тиристорных систем управления. А ночью это всё выключалось, и эфир принадлежал во всей своей красоте радиоэнтузиастам. Считалось обычным делом поставить приёмник на подоконник, выдвинуть телескопическую антенну — и пошла "радиорыбалка".

В наши дни любое домашнее хозяйство имеет мощный арсенал источников помех. Не соответствующие стандартам совместимости осветительное оборудование, зарядные устройства и импульсные блоки питания (ИБП), компьютеры, плазменные телевизоры, пылесосы и электроинструменты, диммеры, приводы стиральных машин и др. образуют вокруг наших домов электромагнитный "смог", который наводит на антенны и фидеры большие помехи. Их уровень может быть выше среднего уровня радиолюбительских сигналов, и энтузиазм при развёртывании домашней радиостанции быстро гаснет. Не лучше ли забыть о радиохобби в городской квартире и не проще ли подключиться к многочисленным web-SDR (**Software Defined Radio** — программно определяемая радиосистема, в данном случае — радиоприёмник) в Интернете? Вы можете считать диапазоны 80 и 160 метров, и тем более СДВ-ДВ-СВ совсем не постижимыми и не годными для городского радиолюбителя, пока не поймёте возможностей АА, принципов их работы и секреты при их установке и эксплуатации.

Главное направление борьбы с помехами — найти их источник и исправить его работу. Часто в блоках питания и светильниках неизвестных производителей не установлены на печатных платах элементы фильтрации, хотя место для них предусмотрено и при сертификации могли их даже установить. Но так как источники помех у соседей вряд ли доступны для проверки и исправления, придётся научиться вести приём в условиях таких помех. Один из способов решения проблемы с местными помехами — применение магнитных рамочных антенн, особенно в резонансном режиме. По многим параметрам их конструкции и эксплуатации они проблематичны для изготовления начинающими радиолюбителями. А если речь идёт о всенаправленном приёме в диапазоне от 10 кГц до 30 МГц на SDR-приёмник с равномерной АЧХ, стоимость магнитной антенны станет сравнимой со стоимостью профессионального радиоприёмника. В этой статье рассматривается альтернативное направление решения проблемы с домашними помехами — это антенна для приёма Е-поля. Её главное преимущество для радиолюбителя — сравнительно простая и малогабаритная конструкция, с помощью которой можно добиться уже вполне удовлетворительного приёма. А с продуманной конструкцией, идеальной и правильной установкой, тщательно налаженной АА и умело согласованным приёмником даже приём DX становится удовольствием из городской квартиры, и открывается мир низкочастотных диапазонов.

Ещё в 1970-х годах появились активные антенны Е-поля, но их применение ограничилось решением узко поставленных задач. В автомобильных ДВ-СВ-приёмниках 1980-х этот принцип стал широко распространяться, но с развитием техники эти активные антенны к 2000-м годам исчезли из массового применения. Сегодняшнее широкое применение SDR-приёмников с высоким качеством, динамическим диапазоном 100 дБ и крайне широким частотным диапазоном требует полного соответствия с ними применяемой антенной системы. Резонансный диполь на любительские диапазоны этому не

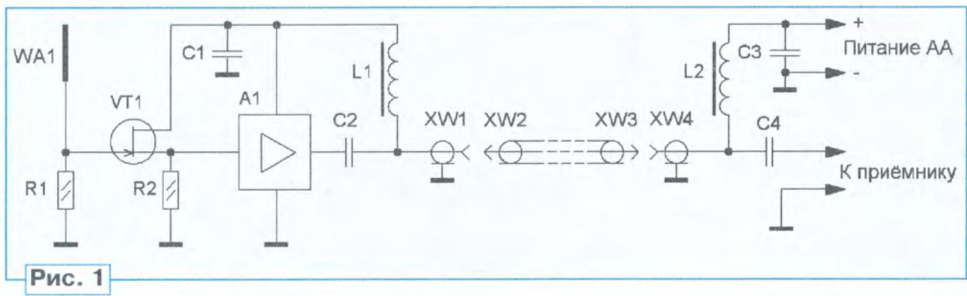


Рис. 1

соответствует, а антенные усилители 1980-х годов не обеспечивают линейности. Визуализация на экране SDR-приёмников принимаемых сигналов (популярный водопад) требует полной спектральной чистоты работы АА, т. е. практически без интермодуляции, ведь зрение более критично оценивает результат широкополосного приёма, чем слух при прослушивании одного отдельного узкополосного канала.

Упрощённая схема АА Е-поля изображена на **рис. 1**. WA1 — ёмкостная с выраженной площадью антенна не особо большого размера или толстый металлический штырь длиной на порядок меньше длины волны, подключается к затвору полевого транзистора (ПТ) VT1. Резистор R1 предназначен для отвода электростатики. Входной каскад — истоковый повторитель ИП на транзисторе VT1 в диапазонах от СДВ до КВ имеет очень высокое входное сопротивление и малую входную ёмкость, мало шумит, а усиление по напряжению составляет 0,5...0,95. За ним следует выходной усилительный каскад А1, который формирует сигнал для его передачи через кабель до приёмника в режиме согласования (КСВ = 1) с усилением по напряжению около 1. Обычно питание на АА передаётся через коаксиальный кабель (фантомное питание). Узлы разветвления (C1L1C2 и L2C3C4) разделяют сигнал и питающее напряжение. Со стороны приёмника этот узел получил название инжектор питания. Вот именно таким простым решением и описанием и к тому же многообещающим рекламным описаниям в публикациях заложен частый провал повторения радиолюбительского эксперимента с АА для Е-поля, поскольку не предупредили о важных "секретах" успеха.

Использованные сокращения

Кроме уже приведённых выше, в статье использованы следующие сокращения:

АЭ — антенный элемент, это часть АА, которая размером намного меньше и извлекает сигнал из Е-поля, иногда имеет название зонд;

АУ — антенный усилитель, вместе с АЭ образует АА;

МА, ТА — магнитная и телескопическая антенны, встроенные в приёмники;

ДД — динамический диапазон на выходе АУ, это интервал уровней смеси сигналов и помех, при котором все они остаются разделимыми без наложения друг на друга;

ДН — диаграмма направленности антенны;

РТ — рабочая точка для полупроводниковых компонентов;

СДВ — сверхдлинные волны (диапазон частот 3...30 кГц), хотя в практике радиолюбительского приёма подразумеваются сигналы с частотой менее 150 кГц;

С/Ш — отношение полезного сигнала и шума;

С/(Ш+П) — отношение полезного сигнала к совокупности шумов и помех;

ПТ и БТ — полевой и биполярный транзисторы;

JFET — ПТ с затвором в виде p-n перехода;

MOSFET — ПТ с изолированным затвором;

DG-FET — двухзатворный ПТ;

ЭП или ОК — эмиттерный повторитель или схема включения с общим коллектором:

ИП или ОС — истоковый повторитель или схема включения с общим стоком;

ОИ и ОЭ — схемы включения с общим истоком и общим эмиттером;

ДУ — дифференциальный усилитель;

(И)БП — (импульсный) блок питания;

ШПУ — широкополосный усилитель;

ЭШ — эфирный шум, без помех и существенных дальних сигналов, обусловлен природными процессами в атмосфере и космосе.

Принцип действия АА Е-поля

Для объяснения принципа работы АА Е-поля можно подходить к этому с разных сторон, применить разные упрощённые модели и выявить важные моменты для улова сигналов и подавления помех в городских условиях эксплуатации. Таким образом, мы найдём для разных практических ситуаций правильные подсказки для творческого решения индивидуальных антенных проблем.



Рис. 2

Рассмотрим базовую конструкцию АА с малогабаритным АЭ (**рис. 2**) аналогично тому, как это предложил автор известной антенны Miniwhip [1, 2]. Представим себе над ровной влажной (хорошо проводящей) землёй металлическую трубу (мачту) высотой 2,5 м, которая надёжно заземлена. Для радиосигналов на частоте F = 30 МГц (λ = 10 м) это представляет собой вертикальный резонатор длиной $\lambda/4$. На верхнем конце имеется максимум импеданса и в этой зоне резонатор работает явно по напряжению. Если отрезать от трубы верхние 5 см и положить их на изолирующую шайбу толщиной несколько миллиметров, то между этим отрезком и мачтой есть значительная ёмкость и эта часть осталась в некоторой мере в составе резонатора длиной $\lambda/4$. Но между отрезком и мачтой имеется некоторая разница по напряжению ВЧ-сигнала. Именно эту разницу мы подаём на усилитель АА, маленький отрезок выполняет роль АЭ, а мачта действует как противовес.

Возникает похожая ситуация, когда мы на природе в руках держим карманный приёмник с телескопической антенной (к примеру PL-660), работающий в КВ-диапазоне. Стоит только положить этот приёмник на сухой деревянный стол, приём станет заметно слабее, а на капоте автомобиля приёмник "оживёт". Это означает, что визуально одноэлементная антенна ищет себе своё дополнение в виде противовеса, который играет важную роль в успехе конструкции АА.

<u>*Вывод*</u>. АА Е-поля без противовеса практически не работает. Отсутствие противовеса является, наверное, самой частой ошибкой на практике, в том числе и при эксплуатации малогабаритных радиоприёмников с телескопической антенной. В рекламных описаниях миниантенн и миниприёмников этот момент мало отражается. Особенно сверхминиатюрные конструкции должны вызвать опасение и осторожность.

Очень часто в публикациях, посвящённых АА, можно увидеть, что для улучшения работы на печатной плате АА или сразу на первых сантиметрах от неё установлен красивый большой синфазный дроссель (часто под названием кабельный дроссель), с которым, по заявлению авторов, улучшается приём. На самом деле приём улучшается, но за счёт чего? Если разобраться в массе публикаций, можно увидеть, что такое решение применяется в сочетании с АУ, имеющими не слишком хорошую линейность. Без этого дросселя вся сигнальная смесь и помехи сосредоточены между противовесом и АЭ. Усилитель может быть перегружен и выдаёт интермодуляционные шумы и помехи. После установки улучшающего дросселя часть напряжения сигналов и помех падает на нём, соответственно на усилитель попадёт меньше. Даже если это деление происходит 50 на 50, уровень интермодуляционных продуктов снизится на 12...18 дБ, и получается картина реального улучшения отношения С/Ш — вроде трюк сработал. Но если посмотреть

подробнее, то полезные сигналы тоже уменьшились, примерно на 6 дБ. А если дроссель хороший и АУ малогабаритный, уменьшение может быть на 10 или 20 дБ. Таким образом, эта АА на высокочастотных КВ-диапазонах, где ЭШ меньше, работает плохо, все сигналы сосредоточены на дросселе, а на вход усилителя мало что попадает.

Получается так, что и на НЧ-диапазонах такой дроссель уменьшает помехи, поступающие из здания, и приём реально улучшается. Но и сами сигналы уменьшаются. В целом этот дроссель приносит и пользу, и вред одновременно, поэтому его место просто не здесь. Если есть высококачественная АА с высокой линейностью, такой дроссель пользу не принесёт, так как нет интермодуляции, а сигналы он точно "обрушит".

Вывод. Нет смысла на печатной плате или близко к усилителю располагать кабельный синфазный дроссель. Он сильно уменьшит уровень полезных сигналов, так как "раздробит" противовес. Если такой дроссель улучшает отношение С/Ш, вероятно, усилитель не особо линейный, и надо с этим разбираться. Можно для начала просто уменьшить размеры АЭ и получить те же улучшения, как с дросселем, но это всё только полумеры.

В обширных публикациях о распространении радиоволн всегда указывают, что при установке антенн высоко над грунтом растёт напряженность поля. Следовательно, мы постараемся и нашу активную антенну поднять выше. К примеру, в надежде на значительный эффект вы потратились на хорошую металлическую мачту высотой 10 м. Но с разочарованием смотрим на экран SDR-приёмника и понимаем, что на высокочастотных КВ-диапазонах кое-что не так пошло. Придётся вспомнить о резонансной частоте мачты над землёй. При высоте 10 м для сигналов на диапазоне 15 МГц (λ = 20 м) мачта является резонатором $\lambda/2$, и на верхнем конце имеется максимум по току, минимум по напряжению. Маленькая АА (тот же отрезок на рис. 2) с ёмкостным щупом будет работать плохо на частоте 15 МГц, в области 7 МГц и 20...25 МГц — хорошо, около частоты 30 МГц — снова с провалом и т. д.

Вывод. Высоту мачты над свободной поверхностью для малогабаритной АА надо выбрать не более $\lambda/4$ для максимальной частоты приёма. При превышении значения $\lambda/2$ появятся дополнительные глубокие провалы в вертикальной ДН. Это правило применимо, если вся мачта проводящая и использована в качестве противовеса. То есть для радиоприёма до частоты 10 МГц такая конструкция работала бы нормально.

Подобные провалы в чувствительности можно наблюдать на высоких зданиях с малой площадью фундамента. Однако провалы при этом не столь остро выражены, как на идеальной мачте, они могут быть заметно глубокими, и простая АА на крыше "загадочно" не работает.

В диапазонах СДВ-ДВ-СВ заземлённая мачта работает очень далеко от резонансного режима, соотношение геометрической высоты к длине волны малое, но принцип "чувствительного отрезка" на верхушке с противовесом снизу остаётся. На низких частотах энергетический уровень эфирных шумов и помех намного выше, и в итоге миниатюрная активная приёмная система выдаёт достаточное (!) отношение С/Ш, чем, собственно, и определяется успешный радиоприём. Если условно принять эффективность АА с геометрической высотой мачты 2,5 м на частоте 30 МГц как 100 %, то на частоте 300 кГц она имеет относительную эффективность около 1 %. Но и ЭШ на 300 кГц в 100...1000 раз выше, чем на 30 МГц. То есть эта широкополосная антенна не нарушает законы физики действия антенн, никакого чудесного обхода классической физики нет. Она прекрасно сопрягает физические свойства ионосферы и атмосферы Земли по передаче радиоволн с возможностями современных усилителей. Даже так: небольшой КПД АА на низких частотах выручает при подавлении местных помех из собственного дома. Для миниатюрных АА стоит инженерная задача не по извлечению из пространства сигнала с максимально возможной энергией, а по созданию лучшего соотношения сигнала к совокупности шумов и помех (С/(Ш+П)! Поэтому в тихих сельских условиях маловероятно, что с помощью миниатюрной АА будет улучшение приёма, там по-деревенски надо вешать длинный провод. Единственный повод для применения АА за городом — ограничение по размерам антенны и месту её расположения или специальные требования к антенне.

В городских условиях использование длинной антенны приведёт к тому, что она соберёт помехи всего двора. А малогабаритная антенна может быть установлена в позиции подальше от всех источников помех или в тихом месте, где помехи имеют минимальный уровень.

АА на короткой мачте у озера

В апреле 2020 г. были проведены многочисленные эксперименты в Псковской области на берегу большого озера. Опыты по приёму были проведены с очень линейной АА с АЭ длиной 1 м, АУ расположен на высоте 1 м над поверхностью озера. Для понимания качества приёма был использован SDR-приёмник в режиме многодиапазонного мониторинга цифровой радиосвязи, автоматизированная фиксация цифровых QSO и автоматизированная отправка результатов по Интернету. Для этого был использован ресурс **www.pskreporter.info**, режимы приёма — FT8, FT4 и CW. Делались суточные замеры с фиксацией всех QSO и полученного при приёме отношения С/Ш. С использованием двухканального когерентного приёмника Afedri SDR Dual АА сравнивалась с имеющимися в том же месте проволочными антеннами (вертикал, random wire, DHDL, EWE). При этом сравнивалась как география приёма, так и отличия в С/Ш по азимутам/расстояниям.

Отдельно велось сравнение с другими приёмными станциями. В рейтинге на сайте **www.pskreporter.info** можно увидеть любителей автоматизированного приёма, публикующихся там круглосуточно на протяжении месяцев и использующих мультибендовые SDR RedPitaya, дающие наилучшие возможности для мультибендового/мультимодового скимминга (в смысле не кражи, а передачи информации). Идея была в том, что в топе рейтинга будут радиолюбители, которые уже потратили время на отладку своих приёмных систем и до-

Top Monitors by number of different countries reported

Monitor	Reports over 24 hours	Reports over 7 days
RX1RETRO	174	194
OE9GHV	165	194
DL9GTB	163	193
DF7KF	162	207
DL0PF	162	195
UA6SWL	162	179
EA8BFK	161	198
SM6FMB	160	193
OH2BUA	159	188
VU3KAZ	159	181
HB9HFN	158	184
G8DJF	156	179
KK1D	154	197
G0KTN	154	177
K1RA	153	186
G4BRK	152	182
DJ9PC	150	183
CT1BOH	150	178
SP7QJF	150	178

All
invalid
vlf
4000m
2200m
600m
160m
80m
60m
40m
30m
20m
17m
15m
12m
11m
10m
6m
4m
2m
1.25m
70cm
23cm

Рис. 3

РАДИО®
РАДИОПРИЁМ
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

вели их до отличного состояния. Таким образом, если наша АА сможет войти в топ, значит, эта антенна сравнима с лучшими образцами, использующимися европейскими радиолюбителями. На первом этапе наблюдались диапазоны от 160 метров до 20 метров, и среди нескольких сотен участвующих станций было достигнуто первое место в наиболее популярных среди радиолюбителей диапазонах 20 и 40 метров, а позже — в категории ALL (участник RX1RETRO) (**рис. 3**).

При тестах на диапазоне 17 метров, несмотря на попадание в группу топ-30, нам антенна уже казалась немного "вялой". Был запущен второй этап тестов, при котором антенну установили на мачту высотой 2,5 м (высота АУ над водой) с таким же метровым АЭ (**рис. 4**). По предварительным расчётам ожидали прироста уровня сигналов на 3...6 дБ, и при этом ДН в вертикальной плоскости пока ещё имеет один лепесток, который у озера расположен близко к горизонту. Для моделирования этой АА использована условная конструкция, показанная на **рис. 5**.

На частоте 30 МГц прямое заземление столба мало отражается на вертикальной ДН. А на НЧ-диапазонах прямое заземление убирает местные помехи из близких источников. При практических опытах отключение от заземления никак не влияло на приём верхних диапазонов, зато на ДВ-СВ отцепление меняло ситуацию кардинальным образом в худшую сторону по помехам. На **рис. 6,а**, **рис. 6,б** показаны расчётные нормированные ДН, которые мало зависят от частоты, судя по наблюдениям реального дальнего приёма на 0,1...30 МГц и по разным расчётам.

В результате подъёма антенны (АУ на высоте 2,5 м) приём на частоте 14...30 МГц стал лучше, и при участии в соревновании по мониторингу наш участник RX1RETRO снова был на лидирующих позициях. Отметим невысокий подъём ДН над горизонтом (рис. 6,а). С понижением частоты ДН изменяется незначительно, главный лепесток начинает сильнее прижиматься к земле (рис. 6,б). При сравнительных тестах с антенной EWE на диапазоне 160 метров, при общем небольшом преимуществе EWE в её главном направлении наблюдалось "аномальное" преимущество АА на сверхдальних трассах (отношение С/Ш примерно на 2 дБ лучше), что получило объяснение при сравнении ДН этих двух антенн в вертикальной плоскости.

Этими опытами в крайне тихой местности мы окончательно доказали, что с качественной АА в хорошо подобранной позиции можно на КВ получать полноценный всенаправленный радиоприём и вести мониторинг на высшем уровне. Конечно, многоэлементные рамки и волновые каналы в своих главных направлениях обеспечивают лучший приём, зато по всем остальным 300 градусам они слепы. Также они работают великолепно только на своих резонансных частотах, в то время как АА покрывает всё от 10 кГц до 30 МГц равномерно и по всем направлениям. Небольшой подъём главного лепестка над горизонтом вместе с хорошим подавлением зенитных сигналов делает АА хорошим инструментом для приёма сигналов средней дальности, дальних и сверхдальних сигналов.

Упомянутая модель принципа работы появилась после продолжительных обсуждений в процессе подготовки и проведения экспериментов. Изначально не было ясно, как работает противовес. После расчётов со строго противофазным противовесом и после анализа схем АА стало ясно, что строгой противофазности нет, пока вся конструкция по габаритам не превысит размера λ/2. Схема ВЧ-питания антенны является апериодической и ёмкостной, поэтому фаза между АЭ и противовесом остаётся ближе к 90° на низких частотах и только ближе к частоте 30 МГц значительно отличается от 90°, доходя до 130°, если в АА преду-



Рис. 4

Модель АА
АЭ
длина 1 м
G1
C1 3
G
Rout = 0 Ом
R1
1...10 к
Металлическая
мачта
высотой 2,5 м
Вода или влажная почва

Рис. 5

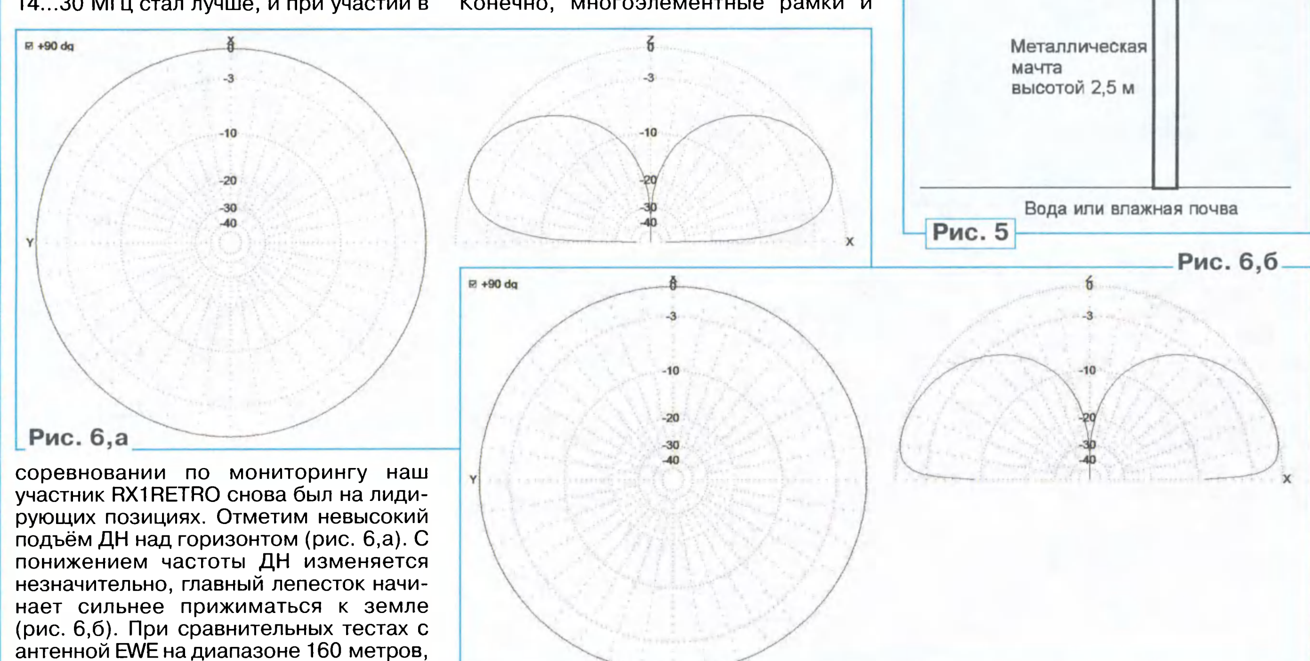


Рис. 6,а

Рис. 6,б

Рис. 7

Рис. 8

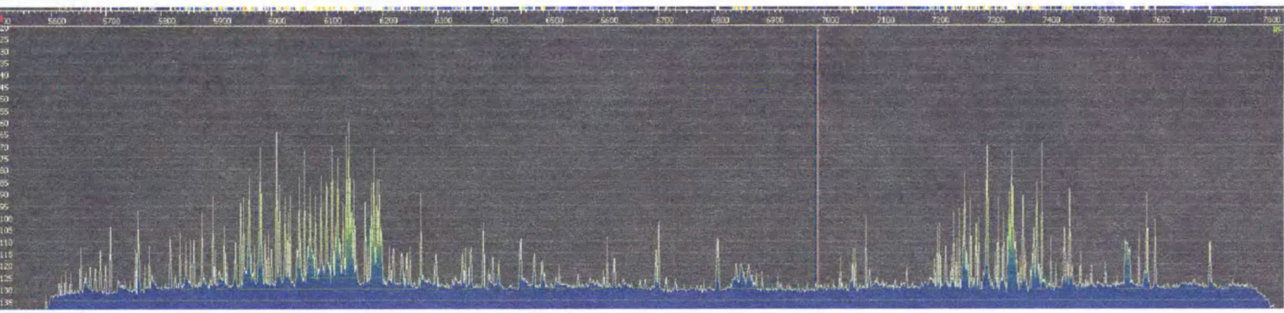


Рис. 9

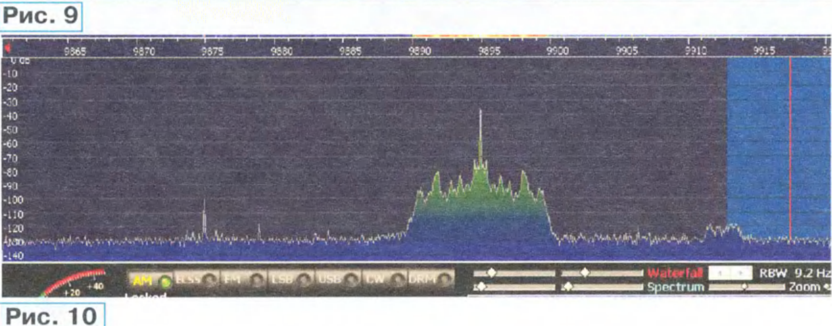


Рис. 10

смотрено входное согласование с каскадом на ПТ. Только такими предположениями мы смогли в моделировании получить те низкие углы в вертикальной ДН, которые мы наблюдали с дальним приёмом в мониторинге, заняв лидирующие места в рейтинге. Фаза 90° на НЧ вызывает в ДН дополнительное прилегание ДН к горизонту.

Главный вывод из этой весенней экспериментальной сессии следующий. Для работы АА типа монополь с АЭ длиной до 1 м нужен противовес длиной в 2...3 раза больше такого АЭ. Противофазный дипольный характер слабо выражен, имеется фазовый разрыв на месте установки усилителя, но в приёме участвует вся длина конструкции размером 3...4 длины АЭ. Для приёма сигналов до частоты 30 МГц подтверждена оптимальная высота мачты до АУ — 2,5 м, что с АЭ (1 м) вместе образует конструкцию высотой ближе к 3/8λ.

Этот способ установки АА подходит и для зданий с большой плоской крышей размерами несколько десятков метров.

На **рис. 7** показана эфирная обстановка на озере на диапазонах СДВ-ДВ-СВ (0...1,8 МГц), помехи отсутствуют. Это изображение можно использовать как образец для оценки своей приёмной системы, в городской обстановке она пополняется "снизу" шумом и помехами. Насколько заполнен эфир сигналами, можно увидеть при растяжке диапазона частот 280...500 кГц, здесь присутствует много радиомаяков и телеметрических сигналов (**рис. 8**). На **рис. 9** показана сигнальная обстановка на диапазонах 49 метров и 41 метр (весна, ранний вечер), видна образцовая чистота приёма, мощные сигналы идут поздним вечером, они в пике могут достигать уровня –30 дБ на этой шкале.

На **рис. 10** показан спектр отдельного мощного КВ-сигнала на диапазоне 31 метр (широкополосная АМ). Из его уровня +93 дБ над шумовой дорожкой можно сделать вывод о требуемой высокой линейности АА. Таких сигналов может быть несколько одновременно, и их интермодуляционные искажения мо-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

гут скрывать слабые сигналы на других диапазонах.

Активный Е-диполь

Уже давно известно, что дипольные антенны могут работать независимо в пространстве в том смысле, что и им не нужна земля как противовес, отчасти земля даже мешает. Это также означает, что можно таким "отрывом" от земли отсекать все пути для проникновения помех в приёмную систему. И почему бы не применить этот принцип для АА Е-поля?

Как и с классической моделью диполя Герца, мы для АА не уходим от развёрнутого конденсатора. Нам надо понимать, куда девать индуктивность этого классического диполя. Его концы (конденсатор) взаимодействуют с индуктивностью (провод) по центру диполя в режиме резонанса, а нам резонансный режим совсем не нужен, особенно для работы широкополосного SDR-приёмника. Существует множество антенных конструкций с применением удлиняющей катушки индуктивности в средней части диполя для уменьшения габаритных размеров проволочной антенны. При большом значении индуктивности такой катушки она мало участвует в процессе излучения, а в первую очередь преобразует малый импеданс от фидера в очень высокий импеданс антенного LC-контура, но при этом падает КПД антенны. Развёрнутый конденсатор питается в этом случае очень высоким напряжением. К сожалению, это имеет место только при резонансе в узкой полосе частот. Но можно довести этот мысленный эксперимент до крайности и создать диполь с бесконечной индуктивностью, а это фактически будет просто гальванический разрыв провода по центру. С разрыва можно снять сигнал и подать его на симметричный усилитель с высоким входным сопротивлением. Такой диполь будет работать в апериодическом режиме, если его размеры менее $\lambda/4$ для максимальной частоты приёма. Очевидно, что для приёма нужно извлечь энергию из этого диполя и без некоторого минимального тока это не возможно. Но тут нам на помощь выступает входная ёмкость АУ между плечами диполя и полевым транзистором.



Рис. 11

В результате такого мысленного эксперимента вырисовывается малоразмерный ёмкостной диполь (**рис. 11**), размещённый в свободном пространстве. Между плечами диполя можно разместить малогабаритный приёмник, и эта система будет работать без всякой привязки к земле или мачте. Диаграмма направленности имеет такой же вид, как у полноразмерного диполя (восьмёрка), но из-за меньшего размера уровень принимаемого сигнала также меньше. Эта антенна может эффективно подавлять помехи от местных источников за счёт нуля в ДН.

Вывод. Ёмкостной диполь может отлично подавлять помехи за счёт своей ДН и отрыва от токов помех, привязанных к земле и зданию. Снова подтверждается, что для приёма Е-поля нужна система с противовесом, в данном случае взаимодействуют плечи диполя.

Тогда возникает вопрос, почему эта превосходная АА типа Е-диполь не вошла в массовую практику? Во-первых, это в два раза дороже по материалу по сравнению с АА типа монополь. Далее, нужно сделать полностью симметричную систему, в том числе в широком диапазоне частот и для сложных условий эксплуатации. Не надо забывать, что диполь надо установить в таком положении, чтобы он смог реализовать свою симметрию. В конце концов, даже у специалистов со стажем могут возникать сомнения, что Е-диполь в принципе может работать на НЧ-диапазонах с выраженной ДН. После интересных споров я решил поставить реальный эксперимент весной 2017 г., полное описание про его удачный исход последует позже.

Модель квазидипольной АА

Удачные эксперименты с настоящим активным диполем очень помогли "навести порядок" в конструкциях и на крыше при установке обычной АА типа монополь. Сформировалось понятие дипольная обстановка между АЭ и необходимым ему противовесом. Мы сводим вместе одноэлементную АА и Е-диполь и получаем в итоге универсальную модель работы АА на крышах наших домов, а также и универсальные правила для успешной её установки.

10-20 витков ВЧ-кабеля RG58/RG174

К АА

К приёмнику

Магнитопровод диаметром 60...180 мм

феррит М1000НН, М2000МН, М6000МН

Рис. 12

Ранее было отмечено, что нельзя с хорошими намерениями для улучшения приёма увеличивать высоту мачты АА, поскольку грозят резонансные провалы. В то же время нам известен Е-диполь, который можно установить хоть на аэростате. Осталось эти два варианта скомбинировать и получить большую свободу для конструктивного исполнения АА.

Суть решения состоит в том, что мы установим АА на мачте такой высоты, при которой достигается значительная напряжённость поля полезных сигналов, что особенно важно на высокочастотных КВ-диапазонах или даже УКВ. При этом с помощью определённых технических решений можно "отрезать" пространство вокруг АУ от мачты, чтобы получился короткий квазидиполь, которому уже не страшны токи помех, принесённые фидером из дома, а также резонансы мачты и здания.

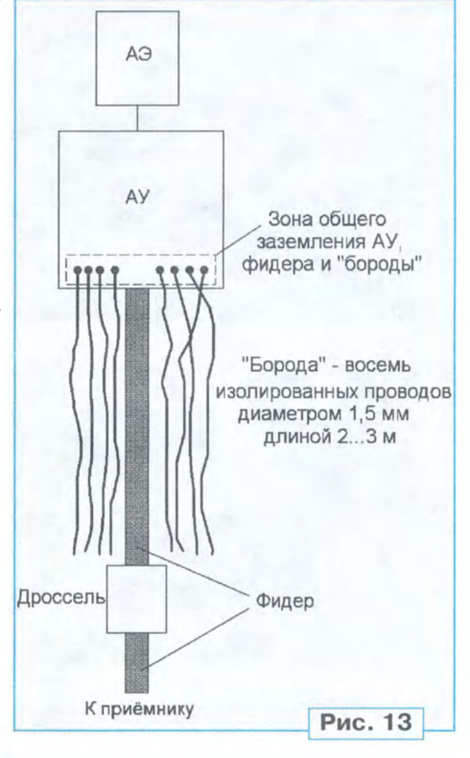


Рис. 13

Самый простой вариант — установить кабельный (синфазный) дроссель на 2...3 м ниже АУ. Если мачта пластиковая, то это сработает. А металлическая мачта шунтирует этот дроссель, и особого эффекта не будет.

Вывод. Для отсечения АА от домашнего облака помех надо организовать её квазидипольный режим вокруг АУ. Эта зона имеет в пространстве радиус около 3 м, и в ней не должны находиться предметы, нарушающие дипольную работу или приносящие из здания помехи.

Отрезать дипольную зону с помощью одного сосредоточенного элемента (синфазный кабельный дроссель) может оказаться недостаточным, иногда нужна комбинация из нескольких дросселей. Заметное улучшение достигается использованием Z-образной обмотки, показанной на **рис. 12**. Такой тип намотки существенно снизит паразитную ёмкость, за счёт чего расширяется диапазон частот почти в 1,5...2 ра-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

за в строну к высокочастотных КВ-диапазонов.

Дополнительно можно улучшать отцепление АА от здания — это отпустить "бороду" (**рис. 13**). Эта идея взята от резонансного согласования штыря с коаксиальным кабелем, там отдельной трубой длиной λ/4 снизу создаётся дипольная зона. А у нас режим не резонансный, и длина "бороды" определяется дипольной зоной. Оказалось достаточным отпустить от АУ заземлённую "бороду" из не менее восьми проводов с изоляцией длиной 1,5 м. А фидер спускается среди них вниз, и всё это размещено внутри пластиковой трубы диаметром 3...15 см. Идеальной была бы цилиндрическая сетка с малой массой.

Вывод. Как бы ни обещала реклама, для КВ-диапазонов нет миниатюрных АА размером с маленький коробок. Минимальный размер всей конструкции — не менее трёх длин АЭ, чтобы одноэлементная АА монополь нашла себе противовес для квазидипольной работы.

Подлинная авторская АА Miniwhip

При поиске для себя подходящей АА радиолюбитель никак не может обойтись без рассмотрения известной конструкции miniwhip от PA0RDT [1, 2]. Интернет на каждом шагу выдаёт эту антенну как чудо-таблетку от помех. Она получила свою популярность из-за простоты схемы, доступности компонентов и лёгкой реализуемости конструкции, а также удивительно хороших начальных результатов приёма. Подобные схемы известны с 70-х годов прошлого века, но для успеха miniwhip совпали обстоятельства — это распространение информации в Интернете и платформы для обсуждения, доступность аппаратуры для приёма низкочастотных диапазонов и визуализация спектров с помощью SDR-приёмников. Эта АА дала мощный импульс современному приёму на СДВ-ДВ-СВ и распространению SDR-приёмников. К сожалению, это случилось только на закате радиовещания на низкочастотных диапазонах. Однако эта антенна далеко не всегда оправдывает ожидания, а иногда вообще не даст вразумительного приёма. В последующих обсуждениях рассмотрим главные причины этого.

Частое недоразумение при повторении конструкции miniwhip состоит в том, что она понимается, а отчасти и предлагается как простая для начинающих. Да, она крайне простая, но она такой стала после того, как прошла процесс предельной оптимизации для решения узко поставленной задачи. Её автор PA0RDT поставил задачу только приёма СВД-ДВ, изначально приём на СВ не особо рассматривал. Вся проблема в том, что энтузиасты при повторении конструкции начинают "озадачивать" эту АА не по назначению, отчасти требуют полноценного приёма на КВ, ведь в АУ поставили СВЧ-транзисторы. Многие без комментариев заявляют об удачном случае приёма на КВ без учёта отличного прохождения в тот час. К примеру, долгое время эта антенна до конца 2018 г. портила проект web-SDR от университета Twente [3] некачественным воспроизведением спектра частот 0...30 МГц, тем не менее на сайте с восторгом отзывались об этой антенне. При этом приём на КВ был всегда слабый. В итоге поменяли АА на другую, но проблема слабого КВ-приёма осталась до конца не решена, но уже по другим причинам.

Процесс авторской оптимизации подлинной АА miniwhip состоял в том, что был найден минимально необходимый размер АЭ, чтобы обеспечить достаточное отношение С/Ш для приёма СДВ-ДВ в условиях мощных шумов и помех земного эфира и местных помех. При этом схема усилителя "заточена" на минимальный коэффициент шума на низких частотах, а на обеспечение большого ДД в начале того проекта было сделано мало и это не было нужно.

Чаще всего бодрые экспериментаторы, в том числе и сам изобретатель, сообщают о недостаточной линейности (малый ДД) конструкции miniwhip. АУ с трудом переносит смесь сигналов с размахом более 40 мВ. Поэтому эта антенна в одних условиях работает без претензий, а уже на соседней крыше отдаёт к приёмнику "одну кашу". И если возвращаться к подлинной конструкции miniwhip, то там речи об установке на крыше вообще и не было.

Чтобы кое-как справиться с перегрузкой АУ в miniwhip, её автор постарался решить проблему в выходном каскаде усилителя, установив большой ток покоя транзистора и с применением мощных ВЧ/СВЧ-транзисторов, ещё и резистором в цепи базы. Если это сопоставить с тем, что ловить крайне слабые сигналы частотой менее 1 МГц, то, наверное, решение проблемы лучше поискать в других направлениях и оставить конструкцию miniwhip в её первоначальном правильном виде для приёма СДВ-ДВ с антенной "на палочке" и на ровной земле в огороде. А всё остальное творчество не будем предлагать под названием miniwhip.

Главный вывод — подлинная конструкция miniwhip не рекомендуется для первых и обширных экспериментов на СВ и КВ, поскольку она создана без запаса по ДД для приёма на частотах менее 100...200 кГц. Она является крайне оптимизированным инженерным решением для приёма низкочастотных диапазонов.

Высота установки АА

Чтобы пользоваться эффектом повышения напряжённости поля над поверхностью, стоит учесть следующее:

— АА на короткой мачте принимает примерно так же, как карманный приёмник с ТА. Тем не менее, при работе с SDR-приёмником для КВ-приёма АУ должен быть качественным;

— незначительное увеличение высоты на первые несколько метров над поверхностью уже даст заметное улучшение отношения по С/Ш на КВ-диапазонах;

— при высоте 10 м АА в чистом поле на КВ можно получить прирост соотношения С/Ш до 20 дБ. Поэтому установка АА для КВ над крышей двухэтажного деревенского дома будет эффективна для хорошего качества КВ-приёма, да и в городе на крыше четырёхэтажного дома получим хороший результат;

— при высоте мачты более 10 м над общим грунтом С/Ш менее стремительно растёт с высотой и для реализации высокого С/Ш нужно проводить полный пакет мероприятий для подавления местных помех и интермодуляционных искажений;

— при неудачном расположении АА интермодуляционные искажения из-за импульсных помех могут стать главным ограничением приёма слабых сигналов, а не шум АУ;

— высоколинейные АА с АЭ длиной 1 м достигают максимума своих возможностей на высоте 15 м и более над поверхностью. Это особенно заметно на высокочастотных КВ-диапазонах;

— на плоской крыше большого высокого здания можно даже возвращаться к первой модели работы АА, если короткая мачта хорошо заземлена по ВЧ к конструкции крыши;

— квазидипольную зону на высоких мачтах можно создать с помощью пластиковой трубы длиной 3...5 м в верхней части мачты и кабельного дросселя на расстоянии 20 см выше места крепления трубы.

Целесообразно заранее с карманным приёмником разведать обстановку на крыше, повторить это в разное время суток, в разные дни недели, и в то время, когда хотите заниматься своим хобби. И может быть, обнаружится заодно тот самый импульсный блок питания, который уже давно портит радиоприём.

Молниезащита АА

Сразу скажем о том, что защиты АА от прямого попадания молнии нет, поэтому при её установке на большой высоте нужна вторая АА в запас, а также дефицитные монтажные элементы.

Лучшую защиту имеют АА на короткой заземлённой мачте над заземлённой поверхностью. Тут можно напрямую вести толстый провод от АУ к креплению мачты внизу.

Все АА с фидерным дросселем можем защитить только от наводок при близком ударе молнии. Газовый разрядник на входе АУ убирает мощные миллисекундные наводки от последующей полупроводниковой защиты АУ. Кабельный дроссель индуктивностью сотни микрогенри препятствует отводу наводок и поэтому стоит между его выводами установить газоразрядник. Его ёмкость менее 1 пФ не мешает работе дросселя.

В следующей части приступим к первым практическим опытам реализации АА и её введения в эксплуатацию, разберёмся с домашними помехами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fundamentals of the MiniWhip antenna. — URL: **http://www.pa3fwm.nl/technotes/tn07.html** (11.01.22).

2. Теория активной антенны miniwhip. — URL: **https://www.ra0sms.ru/p/mini-whip.html** (11.01.22).

3. Wide-band WebSDR. — URL: **http://websdr.ewi.utwente.nl:8901/** (11.01.22).

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Встраиваем микроконтроллер в клеевой пистолет

Г. БАСОВ, г. Томск/Ставрополь,
С. ИСАКОВ, г. Барнаул

Долго верой и правдой служил клеевой пистолет Metabo KE 3000. Достаточно мощный и удобный для работы. Вот только требует глаз да глаз — он перегревается, поэтому надо периодически выключать его из розетки. А если оставить, клеевая масса может стать коричневой! Для облегчения работы встроил аналоговый таймер, схема опубликована в [1]. Но увы, силиконовая манжета порвалась, и пришлось купить новый клеевой пистолет.

При обмене мнениями с коллегами о применении аналогового таймера в этом приборе они обратили внимание: "А может, лучше встроить термостат?". И вот в новый пистолет было решено встроить устройство с двумя функциями: термостат и таймер. Наиболее просто это можно реализовать, применив микроконтроллер ATtiny13A. При этом для термостата использовать встроенный АЦП, а для отсчёта времени — один из аппаратных таймеров, которых в этом микроконтроллере несколько!

На **рис. 1** представлена схема устройства. Нагревательный элемент EK1 клеевого пистолета подключается к сети 230 В через симистор VS1, которым управляет оптопара U1 с встроенным детектором перехода через ноль, что уменьшает помехи в сеть. Схема питания схемы выполнена по традиционной бестрансформаторной схеме из-за малого доступного пространства в рукоятке пистолета. Термостойкий терморезистор RK1 взят от нагревателя неисправного лазерного принтера. Температурный рабочий диапазон большинства терморезисторов не превышает 160 °C, что и заставило применить именно такой. Он аккуратно вставлен между нагревателем и дюралевым корпусом, внутри которого происходит нагрев клеевого стержня. Двухцветный светодиод HL1 служит для индикации режима нагрева: дежурный режим (ДР) с температурой нагрева примерно 100 °C и рабочий режим (РР) с температурой нагрева 160...180 °C. Если пистолет находится в ДР более 4 мин, таймер отключает нагревательный элемент. Для перехода между режимами слегка нажимают на курок, магнит, закреплённый на нём вызывает замыкание контактов геркона, что приводит к прерыванию Int0 в микроконтроллере.

При включении пистолета в сеть светодиод начинает светить красным, когда он начинает мигать — ДР достигнут. При лёгком нажатии на курок свечение светодиода меняется на зелёное, а когда РР достигнут, светодиод начинает мигать — можно работать. На время РР около 1,5 мин прерывание Int0 маскируется и снимается, когда включается ДР, т. е. если светодиод мигает красным, а работа продолжается, просто нажимаем на курок. Через 4,25 мин (точнее, ~255 с) в ДР нагревательный элемент отключается, что индицируется попеременным свечением красного и зелёного цвета с периодом 2 с.

АЦП микроконтроллера циклически измеряет напряжение на выводе PB3, на которое поступает напряжение с делителя напряжения, образованного терморезистором RK1 и резистором R6. В зависимости от режима работы в переменную сравнения пересылаются соответствующие константы.

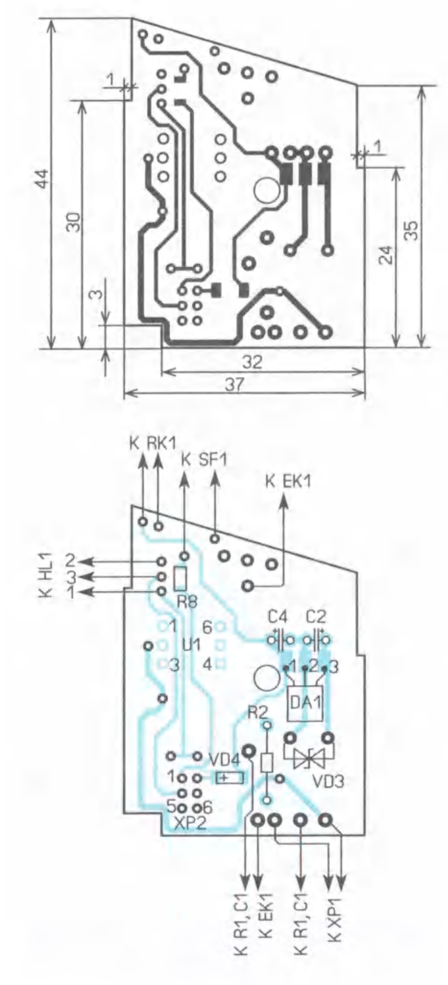


Рис. 2

Печатная плата — двухсторонняя, она изготовлена из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм. Чертёж платы показан на **рис. 2** и **рис. 3**. На ней установлен разъём XP2 для внутрисхемного программирования. Он изготовлен из IDE-коннектора неисправного HDD 2,5". Для этого выпилено три ряда, шаг — 2 мм и между рядами — 2 мм. Конденсатор C1 и

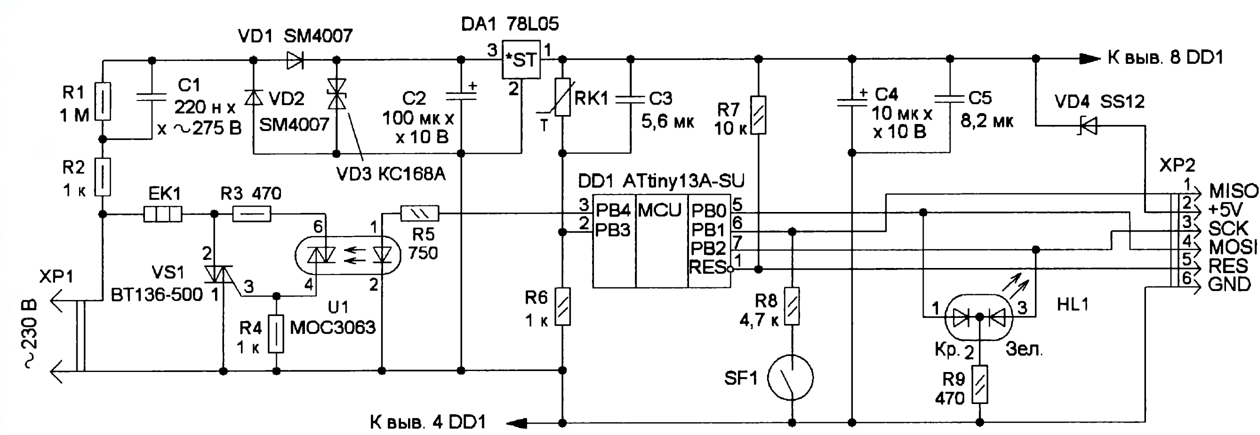
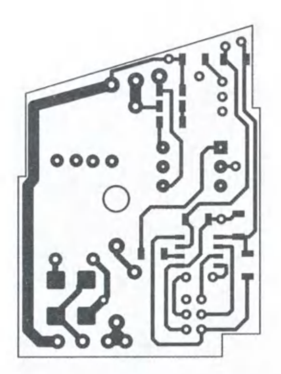


Рис. 1



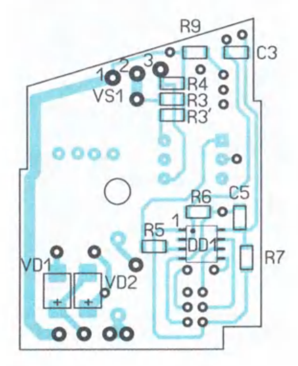


Рис. 3

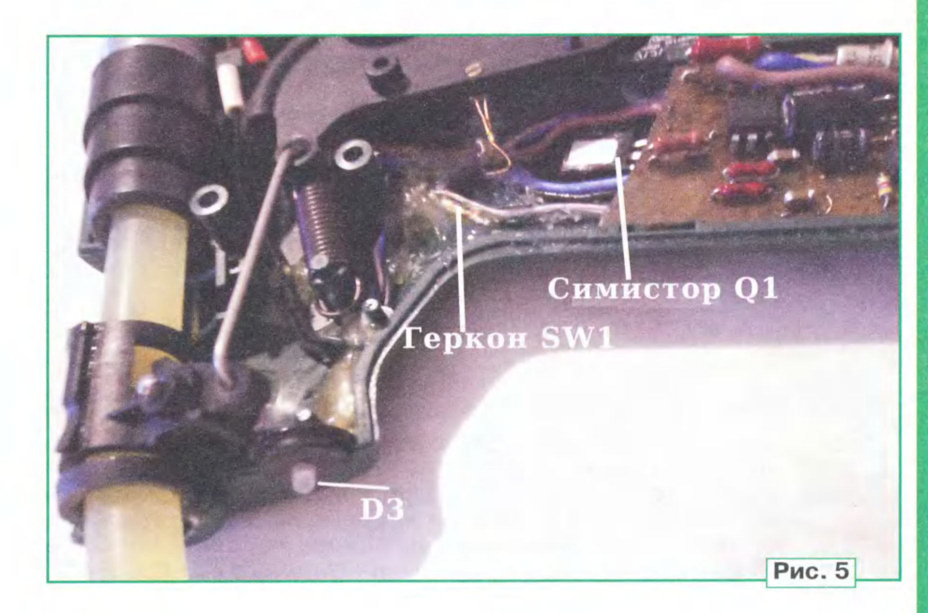


Рис. 5

Рис. 4

резистор R1 установлены отдельно от платы и соединены с ней проводом МГТФ. Светодиод HL1 диаметром корпуса 3 мм закреплён в отверстии заглушки сзади рядом с отверстием загрузки клеевого стержня. К плате светодиод подключён тремя проводами МГТФ. Геркон SF1 размещён так, чтобы не мешать ходу курка, а на нём закреплён с помощью проволоки магнит, желательно мощный, для уверенного срабатывания геркона при лёгком нажатии на курок.

Применены постоянные выводные резисторы МЛТ R1, R2, остальные — для поверхностного монтажа типоразмера 1206, конденсатор С1 — плёночный MEX/TENTA на переменное напряжение 275 В или К73-17 на напряжение 630 В, конденсаторы С2, С4 — К50-35 или аналогичные, остальные — бескорпусные типоразмера 1206. Оптопара — MOC3063, светодиод — L-3WEGW, L-115VEGW, L-93WEGC, VD4 — диод Шоттки 1N581x, BAT4x, MBR0520 в корпусе SOD-123. На **рис. 4** и **рис. 5** показан вид размещения печатной платы в корпусе клеевого пистолета. Плата ещё макетная и не соответствует чертежам на рис. 2 и рис. 3.

Программа разрабатывалась в среде IDE Eclipse с AVR Eclipse Plugin под OS Linux Mint. Этот плагин позволяет проводить полный цикл разработки: программирование, отладка, прошивка целевых микроконтроллеров ATMEL (с) фирмы Microchip. Исходный текст программы на языке Си представлен на FTP-сервере журнала. Там же размещён hex-файл.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Басов Г.** "Вредный" эффект Миллера в таймерах. — Радио, 2021, № 9, с. 16, 17.

2. ATtiny13A. — URL: **https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/313634/ATMEL/ATtiny13A.html** (28.12.21).

***От редакции**. Программа и файлы для программирования микроконтроллера, чертежи печатных плат в авторском варианте и редакционном варианте находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2022/02/mic.zip** на нашем FTP-сервере.*

Применение мощного ОУ TCA0372DP1 в преобразователе однополярного напряжения в двухполярное

А. КУЗЬМИНОВ, г. Москва

В статье описан преобразователь однополярного напряжения в двухполярное на основе мощного ОУ TCA0372DP1. Приводятся примеры применения этого преобразователя в составе двух регулируемых двухполярных источников питания: первого — с выходным напряжением в интервале от 2 × 2,5 В до 2 × 16 В с максимальным током 0,4 А на основе высоковольтного интегрального стабилизатора LM317HV; второго — миниатюрного (2 × 2,5 В — 2 × 7,5 В; 0,1 А) с использованием стабилизатора LM317L. Благодаря встроенной в LM317HV и LM317L защите от превышения тока и температуры (over-current and over-temperature shutdown) оба источника имеют защиту от короткого замыкания и перегрева. Одновременное регулирование обоих выходных напряжений этих источников осуществляется всего одним переменным резистором.

При конструировании различных устройств на основе ОУ часто требуется слаботочный (не более 50...100 мА) регулируемый двухполярный источник питания (ИП). Например, разработанный автором генератор фиксированных частот [1] потребляет ток не более 25 мА при двухполярном питании напряжением не выше 2 × 7 В. Применение для этих целей покупных двухполярных ИП нецелесообразно, поскольку они часто имеют избыточный функционал. Во-первых, такие ИП, как правило, оснащены индикаторами, показывающими выходной ток и напряжение, во-вторых, они имеют относительно большую мощность — выходной ток от 1 А. Всё это приводит к повышенным габаритам, массе, да и стоимость таких ИП, что немаловажно, начинается от 5000 руб. В то же время подобный ИП можно сконструировать и своими силами. Такой ИП по размерам и массе будет существенно меньше и, кроме того, существенно дешевле.

Идея конструкции двухполярного регулируемого ИП достаточно проста. Такой ИП легко собрать из регулируемого интегрального стабилизатора, например, серии LM317 и преобразователя однополярного напряжения в двухполярное, который ещё называют формирователем искусственной "земли". Если с применением регулируемого стабилизатора никаких проблем не возникает, поскольку он включается по типовой схеме, то с преобразователем однополярного напряжения в двухполярное всё не так просто. Такой простейший преобразователь состоит из стандартного ОУ и двух биполярных транзисторов разной структуры. Выход ОУ подключают к объединённым базам транзисторов, коллекторы — к напряжениям питания, а с объединённых эмиттеров снимают искусственную "землю". Однако такой преобразователь беззащитен против короткого замыкания, при котором транзисторы и/или ОУ могут при определённых условиях выйти из строя.

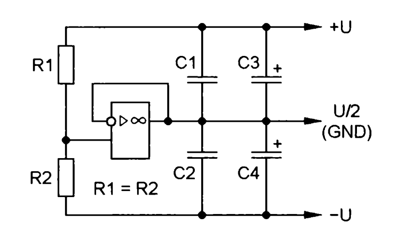


Рис. 1

Второй вариант такого преобразователя — использование относительно мощного ОУ, имеющего встроенную защиту от превышения тока. В одном из самых простых вариантов формирователя искусственной "земли" на мощном ОУ или, как его ещё называют, преобразователя однополярного напряжения в двухполярное (**рис. 1**) используются два равных высокоомных резистора R1, R2, по возможности, весьма высокой точности (до 0,1 %), ОУ включён как повторитель напряжения, а к его выходу подключены керамические (С1, С2) и оксидные (С3, С4) конденсаторы. Однако такой преобразователь имеет одну неприятную особенность, он склонен к паразитной генерации на частотах от нескольких единиц до нескольких десятков килогерц (в зависимости от частотных свойств ОУ) с амплитудой, доходящей до напряжения питания, особенно при отсутствии конденсаторов, что может привести к срабатыванию встроенной в ОУ защиты и нештатной работе устройства. Один из способов исключения подобной паразитной генерации — применение низкоимпедансных (Low Impedance или сокращённо L Imp) оксидных конденсаторов на месте С3 и С4. Эти конденсаторы несколько дороже конденсаторов с низким эквивалентным последовательным сопротивлением (Low Equivalent Series Resistance, сокращённо L ESR) и существенно дороже стандартных. Если, например, стандартный конденсатор ёмкостью 10 мкФ на номинальное напряжение 50 В стоит примерно 3...5 руб., а такой же конденсатор с L ESR — уже 10...15 руб., то конденсатор с L Imp стоит около 30 руб. Увеличение ёмкости стандартных конденсаторов или конденсаторов с L ESR до 47 мкФ и даже до 100 мкФ в устройстве по схеме рис. 1 не снимает паразитную генерацию; в то же время применение конденсаторов с L Imp ёмкостью всего 10 мкФ полностью её исключает.

Здесь следует сделать некоторое отступление относительно отличия конденсаторов с L Imp от стандартных и конденсаторов с L ESR.

Любой оксидный конденсатор, помимо ёмкости, обладает активным (эквивалентным) последовательным сопротивлением — ЭПС (англ. ESR), это сам электролит, обкладки и переходные соединения, и эквивалентной последовательной индуктивностью — ESL, которая образуется из-за намотки алюминиевой фольги. С ростом частоты индуктивность существенно возрастает, и это приводит к тому, что на высоких час-

тотах у конденсатора начинает преобладать индуктивное сопротивление. Так вот, конденсаторы с низким импедансом L Imp обладают как L ESR, так и L ESL и, таким образом, лучше тех, что имеют L ESR (и тем более стандартных), так как могут работать ещё и на более высоких частотах. Конденсаторы с L Imp широко доступны, их производят несколько компаний, но наиболее качественные и недорогие, на взгляд автора, — конденсаторы производства компании Nichicon серии UPW, которые автор и использовал.

Теперь после этого отступления становится понятным, почему в преобразователе (по схеме рис. 1) желательно применять конденсаторы с L Imp и почему стандартные конденсаторы и даже конденсаторы с L ESR могут не спасти от указанной паразитной генерации.

Если двухполярный ИП предназначен для питания устройств, содержащих несколько обычных ОУ, то в устройстве (по схеме рис. 1) следует использовать достаточно мощные ОУ, способные обеспечить ток до нескольких десятых долей ампера. Один из таких ОУ — микросхема сдвоенного ОУ TCA0372DP1 производства компании ON Semiconductor. Максимальный выходной ток этого ОУ — 1 А, напряжение питания — до 40 В, типовое значение входного напряжения смещения (Input Offset Voltage) — не более 1 мВ. Эта микросхема широко доступна и недорога, её можно приобрести по цене от 50 руб./шт. Несколько худшими параметрами обладает микросхема сдвоенного ОУ L272 производства ST Microelectronics и Fairchild Semiconductor. Максимальный выходной ток её ОУ — 0,7 А, напряжение питания — также 40 В, а напряжение смещения — до 15 мВ. Но зато она более чем вдвое дешевле TCA0372DP1.

Если от ОУ требуется ещё больший ток, то можно использовать мощный аудиоусилитель LM1875T (выходной ток до 4 А), на основе которого сделан формирователь искусственной "земли" в ИП, описанном автором в статье [2]. Однако для генератора [1], потребляемый ток которого не более 25 мА, применение ИП [2] явно избыточно. В статье автора [3] описан менее мощный двухполярный ИП с выходным током 0,3...0,4 А, но как показала практика его использования, он не лишён нескольких недостатков. Во-первых, он весьма сложен, во-вторых, у него отсутствует защита от короткого замыкания (КЗ), и если его применять для разработки новых устройств на ОУ, где КЗ не исключено, то при его возникновении два его выходных транзистора моментально выходят из строя, а они достаточно дороги. Параметры этого ИП можно существенно улучшить (в частности, упростить схему и добавить защиту от КЗ), если использовать, в том числе, преобразователь (по схеме рис. 1), и это — один из предметов настоящей статьи. Кроме того, преобразователем по схеме рис. 1 можно оснастить заводской миниатюрный маломощный (с током не более 100 мА) однополярный регулируемый ИП, например, применяемый для питания антенного усилителя, для получения двухполярного ИП, который, в частности, можно также применить для питания как генератора [1], так и других устройств на ОУ, если интервал их напряжений питания не превышает 2 × 7,5 В, — это также является предметом настоящей статьи.

Двухполярный ИП, схема которого приведена на **рис. 2**, состоит из двух плат — платы стабилизатора, платы преобразователя — и дополнительных компонентов.

Стабилизатор собран на высоковольтном регулируемом интегральном стабилизаторе LM317HV (DA1) с максимальным входным напряжением 60 В и выходным током до 1 А. Регулировка выходного напряжения в интервале от 5 до 32 В осуществляется с помощью резисторов R1—R3, причём резистор R1 — переменный (СП5-35А), построенный по груботочной схеме, состоящий из двух соосных резистивных элементов и позволяющий весьма точно выставлять выходное напряжение. Для подключения этого резистора к плате предусмотрена двухконтактная вилка PLS-2R (вилка разъёма X2) с загнутыми контактами, к которым подключают двухпроводный кабель, припаянный своим вторым концом к резистору R1. Микросхема LM317HV включена по типовой схеме, приведённой в справочной документации. Выходное напряжение, как следует из справочной документации, рассчитывают по формуле $U_{out} = 1{,}25 \cdot [1+(R1 + R2)/R3]$. Конденсаторы С3, С4, С6 и С7 предусмотрены типовой схемой включения LM317HV, а конденсатор С5 дополнительно снижает пульсации выходного напряжения. Микросхема LM317HV оснащена встроенной защитой от превышения тока — 0,3...1 А в зависимости от падения напряжения между выходом и входом. При срабатывании защиты выход микросхемы отключается, переводится в высокоимпедансное состояние. Если отключить нагрузку, приводящую к срабатыванию защиты, то выход так и остаётся в выключенном состоянии, и единственный способ, приводящий к штатному режиму работы микросхемы, — выключение и повторное включение питания. Такая защита, на взгляд автора, существенно лучше защиты с ограничением тока, применённой в ИП [2]. Входное, выходное напряжения и "землю" (общий провод) подключают к трёхконтактной вилке PLS-3R (X1), расположенной на плате. Как видно из схемы, плата очень проста, поэтому легко разводится и весьма малогабаритна.

В преобразователе однополярного напряжения в двухполярное применён сдвоенный мощный ОУ TCA0372DP1 (DA2), включённый аналогично схеме на рис. 1. Однако поскольку DA2 — сдвоенный ОУ, имеются два варианта его включения.

В первом (упрощённом) варианте используется только один ОУ — DA2.1, а ОУ DA2.2 не задействован. В этом варианте резисторы R7 и R9 не устанавливают, а R8 представляет собой резистор с нулевым сопротивлением — попросту перемычка. В этом случае выход ОУ DA2.2 (вывод 3) отключён, а его неинвертирующий вход (вывод 6) подключён к минусовой линии питания (–U). Неинвертирующий вход ОУ DA2.1 (вывод 7) оказывается подключённым к точке соединения равных (с точностью 0,1 %) резисторов R4 и R5 — делителю напряжения питания, а на его выходе (вывод 1) формируется потенциал "земли", равный половине напряжения питания (U/2). Этот вариант включения используется, если выходной ток ОУ достаточно мал — не более 100 мА. Он применён в доработанном заводском слаботочном миниатюрном ИП.

Во втором (умощнённом) варианте используются оба ОУ, включённые параллельно. В этом случае резистор R6 не устанавливают, оба неинвертирующих входа ОУ DA2.1 и DA2.2 (выводы 7 и 6 соответственно) оказываются подключены к точке соединения резисторов R1 и R2, к выходам обоих ОУ (выводы 1 и 3 соответственно) подключают резисторы R8 и R9 с малым сопротив-

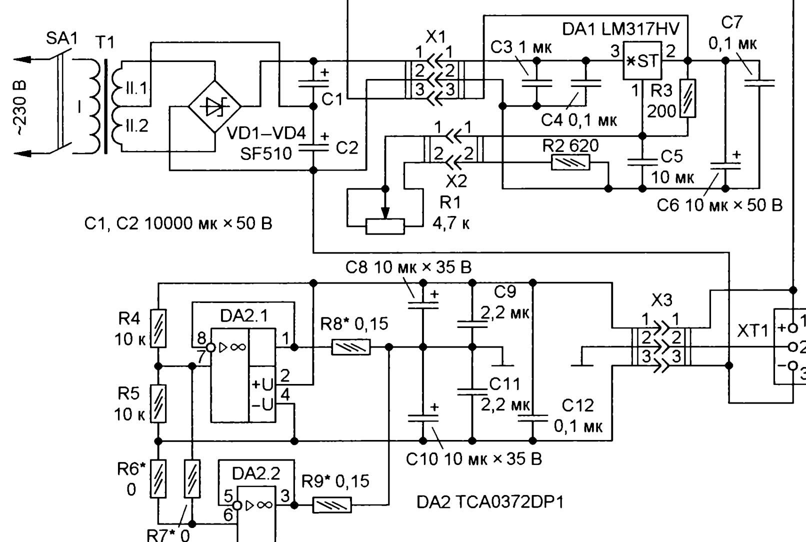


Рис. 2

лением (0,15 Ом), вторые выводы которых объединены и на которых формируется потенциал "земли". Эти резисторы установлены для компенсации несколько отличающихся выходных параметров каждого из экземпляров ОУ. При таком параллельном включении, особенно при относительно большом токе (до 0,4 А), каждый из ОУ работает в менее нагруженном состоянии. Здесь следует заметить, что параллельное включение двух ОУ является широко распространённой практикой. В качестве примера можно привести параллельное включение двух более мощных усилителей с током нагрузки до 7 А в LM4780, описанное в технической документации на эту микросхему. Такой вариант применён в этом ИП.

Конденсаторы С8—С11 предотвращают паразитную генерацию ОУ (об этом говорилось выше) и, кроме того, дополнительно снижают размах пульсаций выходного напряжения до 1 мВ при токе 0,4 А и соответственно меньше при меньшем токе. Для подключения на плате предусмотрена вилка PLS-3R (вилка разъёма Х3).

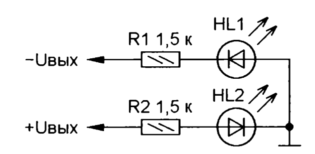


Рис. 3

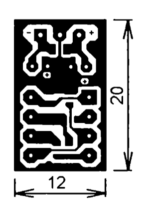
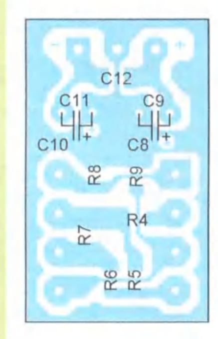


Рис. 4



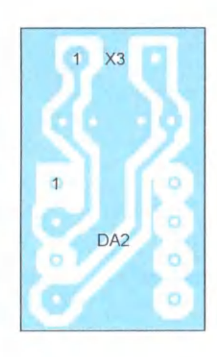


Рис. 5

Схема преобразователя также очень проста, а его плата легко разводится и также малогабаритна.

К дополнительным относятся следующие компоненты ИП: трансформатор (Т1) мощностью около 15 Вт с двумя вторичными обмотками по ~21 В каждая; выпрямитель на четырёх диодах Шоттки VD1—VD4 (SF510) с максимальным обратным напряжением 50 В и максимальным током 5 А; сглаживающие конденсаторы С1 и С2. Первичная обмотка трансформатора рассчитана на напряжение ~230 В, её подключают к сетевому напряжению миниатюрным двухпозиционным выключателем с двумя группами контактов SA1 (SMTS202), рассчитанным на переменное напряжение ~250 В и ток 1,5 А.


Рис. 6

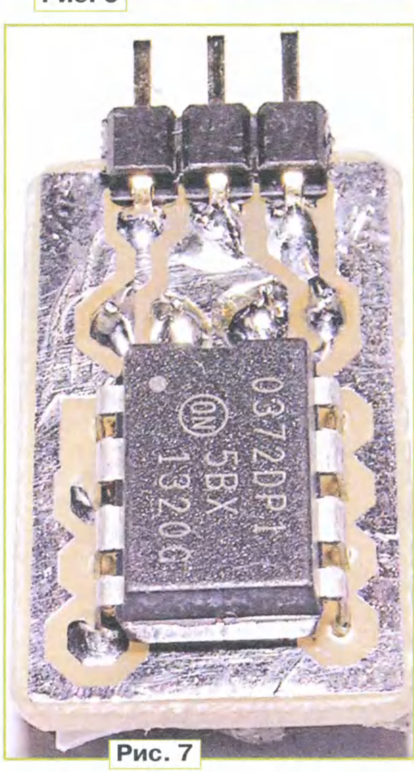
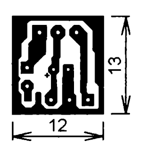
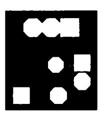


Рис. 7

К выходу ИП (к разъёму ХТ1) подключают индикатор наличия выходного напряжения — светодиоды зелёного (HL1) и жёлтого (HL2) свечения со своими токоограничивающими резисторами R1 и R2 (**рис. 3**).




Рис. 8

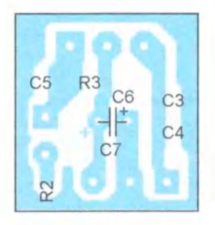




Рис. 9

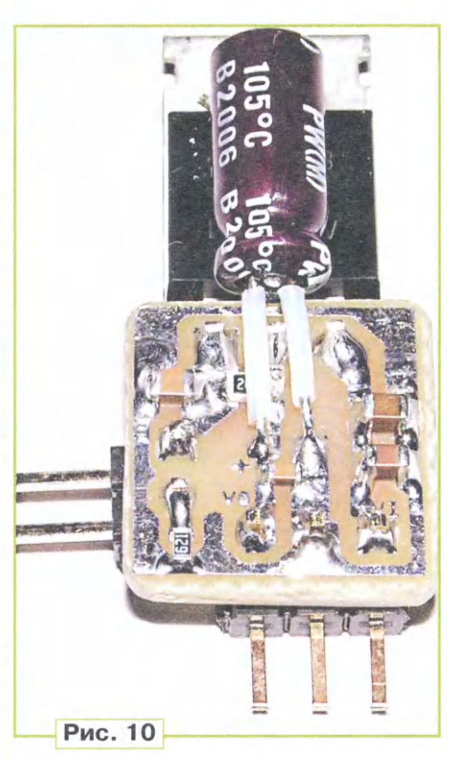


Рис. 10

Как видно, схема ИП весьма проста, в связи с чем источник имеет небольшие габариты.

Основные технические характеристики

Интервал изменения выходного напряжения, В ....2×2,5...2×16
Максимальный выходной ток, А 0,4
Размах пульсаций выходного напряжения при максимальном токе, мВ, не более 1

Указанный в технических характеристиках максимальный ток достижим в случае симметричной нагрузки или когда разность токов по плюсовому и минусовому напряжению не превышает

РАДИО № 2, 2022
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО®
ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

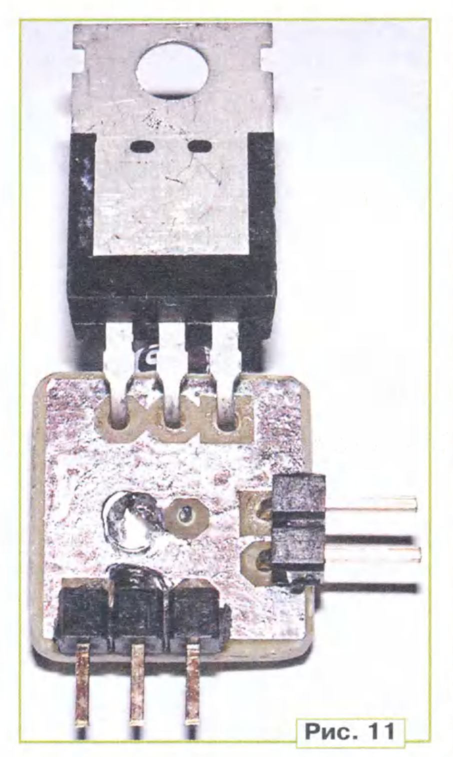


Рис. 11

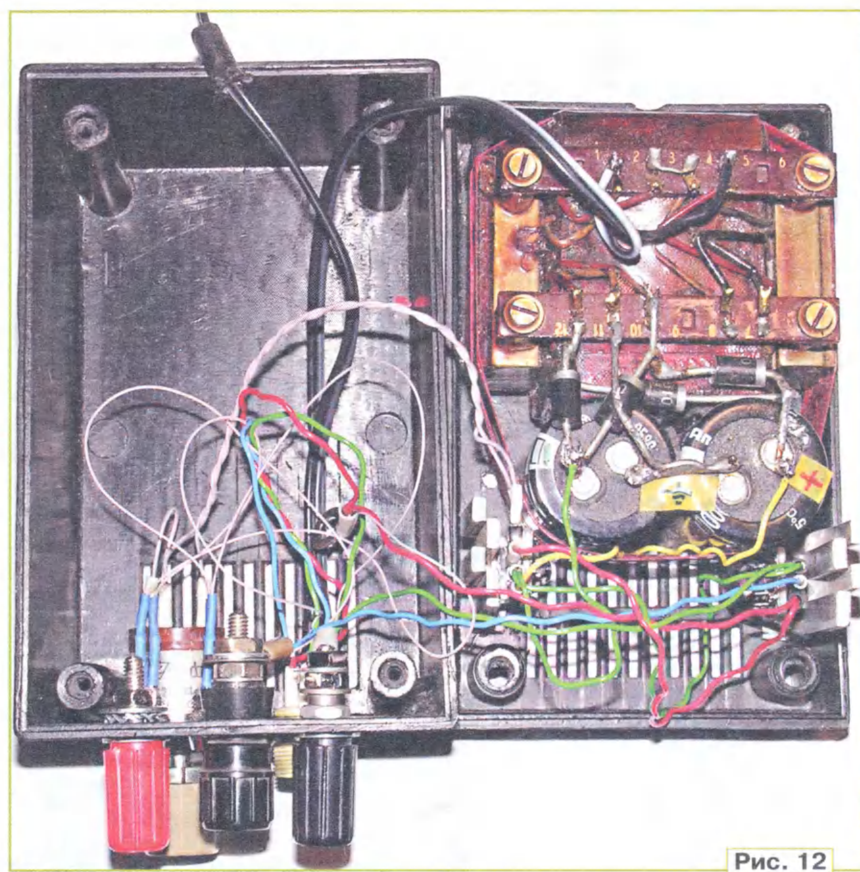


Рис. 12

50 мА. В случае нагрузки с однополярным питанием её следует подключать к плюсовой и минусовой линиям питания, минуя общий провод, чтобы избежать перегрузки ОУ.

Как было отмечено выше, ИП собран на двух платах из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. В устройстве применены постоянные резисторы и неполярные конденсаторы для поверхностного монтажа типоразмера 0805. Чертёж платы преобразователя однополярного напряжения в двухполярное показан на **рис. 4**, а размещение элементов в масштабе 2:1 — на **рис. 5**. На одной стороне платы расположены разъём X3 и микросхема DA2, на другой — все остальные элементы, включая оксидные конденсаторы. Фотографии сторон собранной печатной платы преобразователя приведены на **рис. 6** и **рис. 7**.

Чертёж платы стабилизатора показан на **рис. 8**, а расположение элементов в масштабе 2:1 — на **рис. 9**. На одной стороне платы размещены разъёмы X1, X2 и микросхема DA1, на другой — все остальные элементы, включая оксидный конденсатор. Фотографии сторон собранной печатной платы преобразователя приведены на **рис. 10** и **рис. 11**.

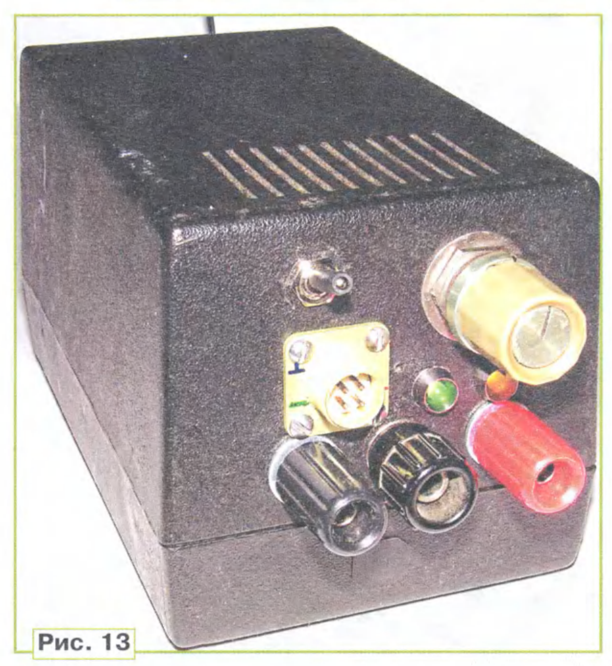


Рис. 13

ИП (**рис. 12**) расположен в том же корпусе размерами 12×7×7 см, что и описанный в [3]. В нём использован тот же трансформатор, те же выпрямительные диоды и те же сглаживающие конденсаторы. Однако подключение к сети ~230 В организовано иначе. Трансформатор подключается к сети через миниатюрный выключатель слаботочным двухжильным сетевым кабелем ШВПТ-М сечением каждой жилы по 0,2 мм^2, рассчитанным на напряжение до 300 В. Этот кабель пропущен через резиновую втулку, установленную на заднем торце корпуса, а сетевой выключатель расположен на передней (лицевой) поверхности прибора. Такая конструкция более предпочтительна, чем использованная в [3], — там трансформатор постоянно подключён к сетевому напряжению, а выходные напряжения подключаются к клеммам и разъёму через такой же выключатель, поскольку, во-первых, при включении питания выходные напряжения нарастают достаточно плавно, и, во-вторых, более безопасна, поскольку постоянно находящееся под сетевым напряжением устройство — не самая хорошая идея.

Плата стабилизатора держится на достаточно жёстких выводах интегрального стабилизатора в корпусе TO-220, который привинчен к небольшому теплоотводу площадью около 12 см^2 через керамическую изолирующую теплопроводящую прокладку и специальную втулку с использованием теплопроводной пасты КПТ-8. Сам теплоотвод привинчен к днищу корпуса винтом М3 впотай.

На таком же теплоотводе расположена плата преобразователя. Она приклеена верхней поверхностью микросхемы TCA0372DP1 в корпусе DIP-8 к теплоотводу специальной эластичной термопрокладкой с двухсторонним липким слоем, например Alphacool Double-sided pad, обычно использующейся для теплового контакта процессора с охладителем (кулером) в компьютере. Кроме того, плата дополнительно закреплена на теплоотводе с помощью кольца диаметром около 25 мм, шириной примерно 10 мм, полученного из широкой термоусаживаемой

Рис. 14

трубки шириной в плоском состоянии 34 мм. Это кольцо надевают на плату и теплоотвод и нагревают. Кольцо усаживается, и так плата дополнительно прижимается к теплоотводу. Этот теплоотвод также привинчен к днищу корпуса винтом М3 впотай. Оба теплоотвода можно заметить в правой нижней части корпуса на рис. 12.

Клеммы с выходными напряжениями, дублирующий напряжения разъём, светодиоды в специальных оправках и регулирующий напряжение переменный резистор СП5-35А расположены также на передней (лицевой) поверхности корпуса (**рис. 13**). Токоограничивающие резисторы для светодиодов (R1 и R2, рис. 3) непосредственно припаяны к выводам светодиодов, и на них надета термоусаживаемая трубка (она голубого цвета на рис. 12). Вместо каждого из резисторов можно использовать два меньшего сопротивления, например, 1 кОм мощностью 0,062 Вт, которые припаивают к обоим выводам светодиода.

Обе половины корпуса соединяют четырьмя саморезами. На днище корпуса приклеены четыре резиновые ножки.



Рис. 15

Миниатюрный заводской ИП, предназначенный для питания антенного усилителя, давно лежавший у автора невостребованным, был также модернизирован. ИП выполнен в виде адаптера размерами около 8×4,5×3,5 см, который вставляют в розетку с сетевым напряжением ~230 В. В состав этого ИП входят миниатюрный сетевой трансформатор и плата с выпрямителем, сглаживающим конденсатором и интегральным регулируемым стабилизатором LM317L (**рис. 14**). Параметры этого однополярного ИП: выходное напряжение регулируется в интервале 5...15 В, максимальный ток — 100 мА (**рис. 15**). В ИП были установлены сетевой выключатель, аналогичный вышеописанному, и плата преобразователя однополярного напряжения в двухполярное, обёрнутая обычной липкой лентой для исключения её контакта с внутренними компонентами ИП. Выходной двухпроводный кабель заменён на трёхпроводный, на конце которого установлен разъём РС4ТВ(В) — вилка. Таким образом, выходные напряжения этого модернизированного (уже двухполярного) ИП регулируются в интервале 2 × 2,5...2 × 7,5 В, максимальный выходной ток — 100 мА, измеренный размах пульсаций выходных напряжений — менее 1 мВ при токе 95 мА. Поскольку генератор [1] работает при напряжениях питания в интервале 2 × 6,5...2 × 7 В и потребляет ток не более 25 мА, этого ИП вполне достаточно, причём с запасом для питания такого генератора (**рис. 16**). А вот применение более мощного вышеописанного ИП (см. рис. 13), и тем более описанного в [2], избыточно, не говоря уже о покупном.

Применение малогабаритного, недорогого и в то же время весьма мощного ОУ TCA0372DP1 в преобразователе однополярного напряжения в двухполярное даёт значительный эффект при конструировании двухполярных ИП небольшой мощности. Во-первых, в этом случае требуется в два раза меньше сглаживающих конденсаторов выпрямителя, во-вторых, требуется всего один стабилизатор вместо двух в двухполярном ИП со стабилизаторами в каждом плече. Но особый эффект от такого применения получается, если требуется регулируемый двухполярный ИП. При использовании подобного преобразователя оба выходных напряжения такого ИП регулируются всего одним переменным резистором — одной ручкой.

Рис. 16

ЛИТЕРАТУРА

1. **Кузьминов А.** Звуковой генератор фиксированных частот. — Радио, 2012, № 6, с. 16—18.

2. **Кузьминов А.** Необычное использование аудиоусилителя LM1875T. — Радио, 2021, № 10, с. 34—42.

3. **Кузьминов А.** Регулируемый двухполярный блок питания. — Радио, 2012, № 6, с. 18, 19.

__От редакции__. Чертежи печатных плат в формате Sprint-Layout находятся по адресу ***http://ftp.radio.ru/pub/2022/02/ps_tca0372dp1.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Цифровые часы—метеостанция с сенсорным управлением

В. КИБА, г. Волжский Волгоградской обл.

Пришли в негодность старые цифровые часы, отслужившие верой и правдой много лет. После поисков в магазинах нашёл только китайские подделки, которые по функционалу далеко не ушли от старых часов, а хотелось чего-нибудь новенького на более современной элементной базе, чтобы было похоже на какой-нибудь гаджет с сенсорным управлением и можно было выбирать цвет индикации по желанию. Дополнительные опции в виде измерения температуры, давления и влажности будут нелишними, в результате должна получиться комнатная метеостанция. Значит, настала пора собрать что-то новенькое на более совершенной элементной базе, например на Arduino, где процесс изготовления сводится в основном к программированию, а разработка и изготовление платы отходят на второй план, в этом варианте её совсем нет. В хозяйстве завалялись четырёхдюймовый цветной графический сенсорный TFT-дисплей, модуль Arduino Mega 2560 и прочие мелочи для сборки часов—метеостанции.

Схема устройства показана на **рис. 1**. Модуль дисплея на схеме не показан, поскольку Arduino Mega 2560 и 3,95" LCD TFT-дисплей [1] собирают сэндвичем и представляют собой единый узел A4. По шине I^2C микроконтроллер получает информацию о времени от RTC-модуля A1 на микросхеме DS3231, также температуру и давление — от модуля A2 на микросхеме BMP180, а влажность — от модуля A3 на микросхеме DHT22. При включении устройства происходит инициализация микроконтроллера, дисплея, RTC-модуля A1, а также модулей A2 и A3. В конце инициализации микроконтроллер считывает данные из EEPROM. Перейдя в основной режим работы, микроконтроллер получает информацию из модулей A1—A3 и выводит её на 3,95" LCD TFT-дисплей. Вместо паскалей атмосферное давление переводится в привычные нам миллиметры ртутного столба. В часах реализованы два режима индикации: дневной яркий, показанный на **рис. 2**, и ночной, показанный на **рис. 3**, чтобы не раздражать своим свечением в тёмное время суток. Дневной режим работает с 07.00 до 21.00, ночной — с 21.00 до 07.00.

Управление часами производится нажатием на экранные кнопки (touchscreen), как в смартфонах. Нажатием на кнопку "SET" можно циклически перебирать изменяемый параметр времени и даты, который при этом изменяет цвет на жёлтый. Время изменяют нажатием на цифру, причём в верхней половине цифры значение увеличивается, в нижней половине цифры уменьшается. Дату изменяют нажатием на левый или правый край выбранного параметра, левый увеличивает значение, правый — уменьшает.

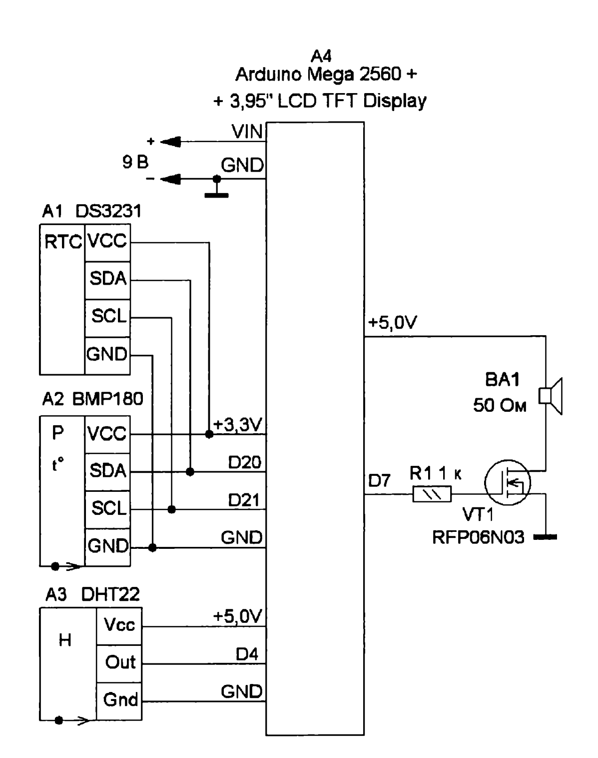


Рис. 1

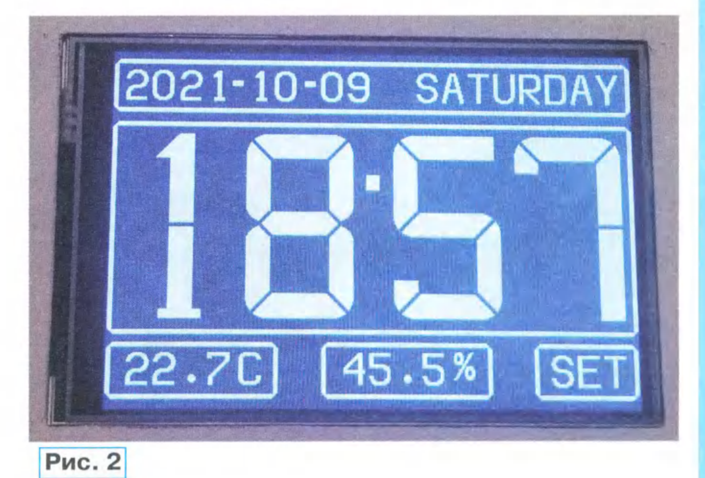


Рис. 2



Рис. 3

РАДИО® ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 2, 2022

Время установки будильника выбирают нажатием в центре экрана в районе мигающих точек. При первом нажатии выводится время включения будильника, которое можно изменять по тому же принципу, что и время часов. При втором нажатии, если производилась корректировка времени включения будильника, происходит запись времени включения будильника в EEPROM микроконтроллера, включение будильника и выход в основной режим работы, поочерёдное переключение точек сменяется на мигающее двоеточие, что указывает на то, что будильник включится в заданное время. Если корректировка времени будильника не производилась, он просто включается без записи в EEPROM микроконтроллера. Время звучания будильника — одна минута, выключить его можно нажатием на экран в любом месте. По умолчанию на дисплей выводится информация о влажности, при нажатии на кнопку, индицирующую её, можно выбирать, что выводить на дисплей, влажность или давление. Длительным нажатием (более 3 с) на кнопку "SET" переходят в режим установки цвета вывода информации на дисплей, показанный на **рис. 4**.

Кнопкой "DAY" выбирают дневной режим изменения индикации, кнопкой "NIGHT" — ночной, кнопкой "FON" — цвет поля, на которое выводится информация, кнопкой "DIGIT" — цвет цифр. Изменяемый параметр меняет цвет на жёлтый. Палитра цветов, которые можно выбрать, — восемь, выбирать цвет можно нажатием на любую из восьми кнопок. Если вы хотите посмотреть результат изменений цвета выводимой информации, нажимаете кнопку "EXIT", часы выходят в основной режим, и будут видны изменения. Если результат устраивает, снова заходят в режим изменения цвета индикации и нажимают на кнопку "SAVE", после происходит запись изменений в EEPROM микроконтроллера с последующим выходом в основной режим работы. Нажатие на экранные кнопки озвучено с помощью функции Tone(), в которой можно менять частоту и длительность издаваемого звука, а также проигрывать мелодии в будильнике. Также каждый час подаётся звуковой сигнал, в зависимости от времени, от одного до двенадцати раз, с интервалом в одну секунду и коротенький получасовой сигнал.



Рис. 4

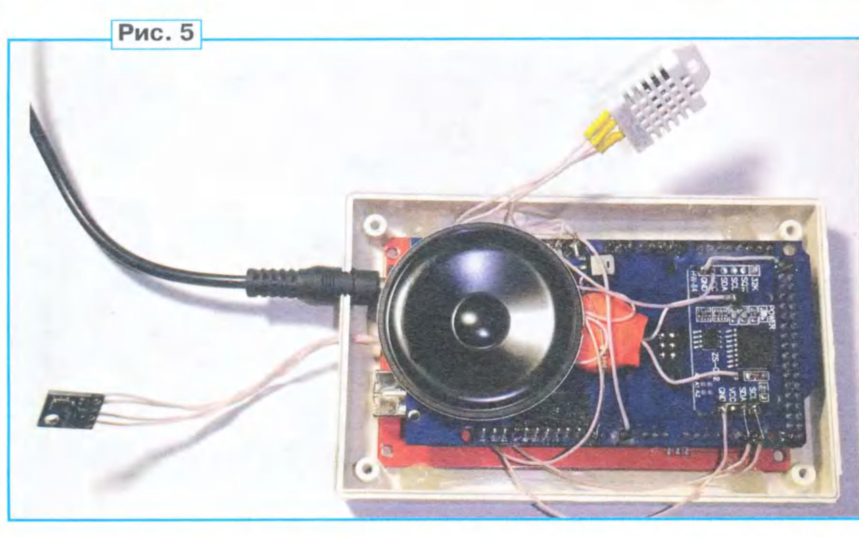


Рис. 5

Корпус размерами 125×80×32 мм приобретён в интернет-магазине [2]. Блок питания — сетевой с выходным стабилизированным напряжением 9 В и током до 1 А. Все мелкие модули и динамическая головка BA1 приклеены к плате Arduino с помощью двухсторонней липкой ленты, RTC-модуль и гальванический элемент резервного питания для него — отдельно к ней с внешней стороны (**рис. 5**). Резистор R1 — МЛТ, С2-23, транзистор VT1 — любой полевой переключательный с изолированным затвором средней мощности. Динамическая головка — диаметром 50 мм, сопротивлением 50 Ом. Два модуля A2 и A3 можно заменить одним на микросхеме BME280, но для этого придётся скорректировать программу микроконтроллера. Дисплей поставляется в режиме вывода информации 8 бит, его надо переключить в режим на 16 бит. На плате дисплея есть информация, как это сделать (надо перепаять резистор).

Для тех, у кого есть 3,95" дисплей на ili9481/ili9488, который инициализируется с помощью UTFT myGLCD(CTE32HR,38,39,40,41), на нём получается зеркальное изображение. Хочу дать совет, как избавиться от этой проблемы. Заходим в установленную библиотеку UTFT, путь к...**\libraries\UTFT-master\tft_drivers\ili9481\initlcd.h**, и в строке 43 файла **initlcd.h** изменяем данные (**таблица**). В результате получается нормальное изображение.

```
Было:
42 LCD_Write_COM(0x36); // Set address mode
43 LCD_Write_DATA(0x0A);
стало:
42 LCD_Write_COM(0x36); // Set address mode
43 LCD_Write_DATA(0x5A);
```

В передней половине корпуса с помощью резака, сделанного из ножовочного полотна, сделано прямоугольное отверстие размерами 61×95 мм, в котором дисплей закреплён термоклеем. Поскольку корпус часов нагревается до 30 °С, модуль A2 придётся сделать выносным, крепить его на корпусе нельзя.

Перед первым запуском программы в функции SETUP надо разблокировать строку **EEPROM_Write();** для записи данных в EEPROM с прошивкой микроконтроллера. В EEPROM занесётся цветовой интерфейс дисплея по умолчанию, после прошивки и запуска часов снова блокируем **EEPROM_Write();**. Все библиотеки, применённые в программах, можно скачать с сайта GitHub.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цветной ЖК-дисплей TFT с сенсорной панелью, модуль для Arduino Mega2560, 8/16 бит, 3,95/4,0 дюйма, 320*480, ILI9488/ST7796S. — URL: **https://aliexpress.ru/item/4000035671218.html?spm=a2g39.deletedorders.0.0.2f134aa6EevQgl** (17.10.21).

2. Водонепроницаемая печатная плата BGEKTOTH 125×80×32 мм. — URL: **https://aliexpress.ru/item/32846055650.html?spm=a2g2w.productlist.0.0.3c5554e3eSsHAU** (17.10.21).

__От редакции__. Скетчи для программирования модуля Arduino и видеоролик, иллюстрирующий работу устройства, находятся по адресу __http://ftp.radio.ru/pub/2022/02/meteo.zip__ на нашем FTP-сервере.

Устройство для проверки и ремонта светодиодных ламп

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Сегодня светодиодные лампы прочно вошли в нашу жизнь. И хотя производители таких ламп заявляют об их высокой надёжности, тем не менее они нередко выходят из строя. Некоторые радиолюбители ремонтируют их, и небезуспешно. Предлагаемый вниманию читателей прибор поможет в их ремонте.

Среди бытовых осветительных приборов сегодня преобладают светодиодные лампы. Об их преимуществах сказано немало. Кроме того, сейчас всё более популярными становятся светодиодные матрицы с питанием непосредственно от сети 230 В. Теоретически надёжность таких ламп высока, но на практике, по разным причинам, они часто выходят из строя. Такие лампы могут быть источником радиоэлементов, а некоторые радиолюбители даже их ремонтируют. Конечно, ремонтировать такие лампы или нет, каждый решает сам. Но если можно отремонтировать, почему бы это не сделать?

Для начала надо определить неисправность, и сделать это можно с помощью различных специализированных пробников [1, 2], которые позволяют найти неисправные элементы, в первую очередь, это светодиоды, которые чаще всего выходят из строя. Но для проверки всей лампы требуется источник высокого напряжения, который в большинстве случаев в лаборатории радиолюбителя отсутствует. Если в качестве такого источника использовать сеть 230 В, это может быть опасно.

В такой ситуации поможет устройство, описание которого приводится далее. Оно представляет собой маломощный источник постоянного высокого напряжения, который не боится короткого замыкания. Основой устройства является повышающий DC/AC преобразователь напряжения от источника питания цилиндрической люминесцентной лампы, которая освещает копируемое изображение или текст в планшетном сканере формата А4. Преобразователь обычно размещается на подвижной каретке, на которой закреплена лампа. О таких преобразователях и их параметрах было рассказано в [3]. Схема используемого преобразователя показана на **рис. 1**. Нумерация элементов соответствует маркировке на печатной плате. Преобразователь — резонансный и работает на частоте несколько десятков килогерц. Схемы других аналогичных устройств могут незначительно отличаться.

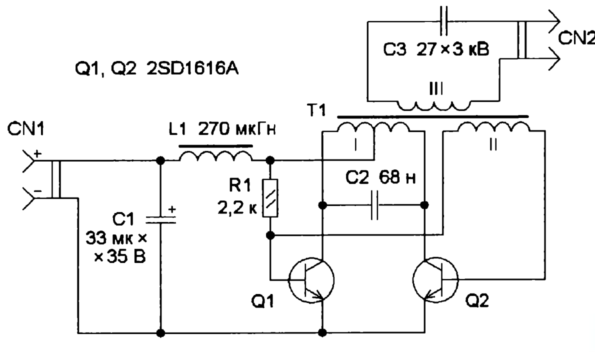


Рис. 1

Номинальное напряжение питания преобразователя — 12 В, но он работает в интервале напряжений 1,5...15 В, при этом выходное напряжение практически линейно зависит от входного. Это позволяет изменять его выходное напряжение изменением напряжения питания. Балластный конденсатор С3, который установлен на выходе преобразователя, ограничивает выходной ток в случае возникновения короткого замыкания в нагрузке.

Для изготовления устройства, кроме преобразователя, потребуются патрон для лампы и пластмассовый корпус подходящего размера (**рис. 2**). На корпусе можно установить несколько патронов для ламп с цоколем Е27, Е14 и других, их контакты соединяют параллельно.

Схема устройства показана на **рис. 3**. Диод VD1 защищает преобразователь от неправильной полярности питающего напряжения. Выходное напряжение преобразователя выпрямляет диодный мост VD2, варистор RU1 ограничивает выходное постоянное напряжение на уровне 450...480 В. Наличие диодного моста необходимо. Дело в том, что большинство светодиодных ламп имеют в своём составе выпрямитель, казалось бы, такой выпрямитель в устройстве не нужен. Но в некоторых лампах в цепи питания установлены помехоподавляющие LC-фильтры или С-фильтры, которые не пропустят высокочастотное переменное напряжение преобразователя, но без проблем пропустят постоянное напряжение. Светодиод HL1 служит индикатором протекания тока через нагрузку.

Диод может быть любым выпрямительным или импульсным с допустимым током не менее 300 мА. Диодный мост — с допустимым обратным напряжением не менее 500 В и должен быть рассчитан на работу на частоте несколько десятков килогерц. Варистор — маломощный с классификационным напряжением 300...430 В. Светодиод может быть любого свечения, сверхъяркий с допустимым прямым током не менее 20 мА. Конденсатор С1 — плёночный или керамический, такие конденсаторы широко использовались в драйверах КЛЛ. Для подключения к источнику питания можно использовать любой подходящий провод и разъём. Все элементы размещены на дне корпуса и закреплены с помощью термоклея. Монтаж проведён с помощью проводов в изоляции.



Рис. 2

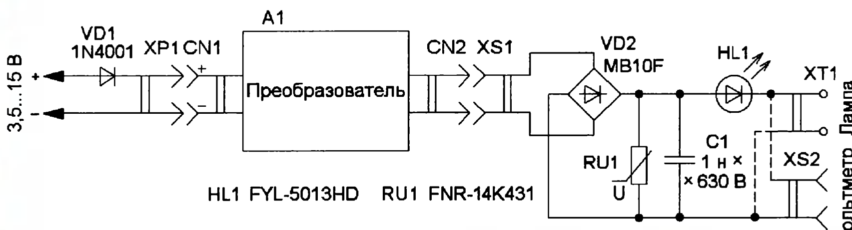


Рис. 3

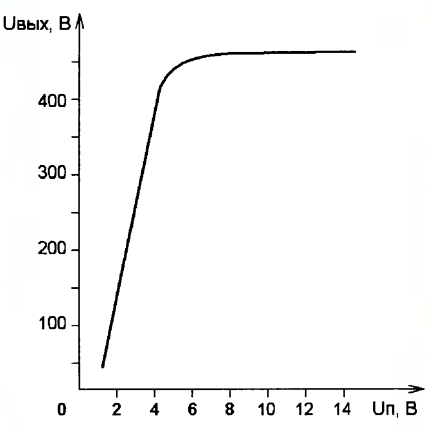


Рис. 4

Предварительно можно снять зависимость выходного напряжения от входного. Если блок питания со встроенным вольтметром, эта зависимость позволит приблизительно оценить значение выходного напряжения. В авторском варианте устройства зависимость выходного напряжения от входного показана на **рис. 4**. Видно, как варистор ограничивает выходное напряжение. Ток, потребляемый устройством при напряжении питания 15 В, — 220 мА. При снижении питающего напряжения ток пропорционально уменьшается. В случае замыкания в цепи нагрузки максимальный выходной ток — около 5 мА (при этом потребляемый ток — 100 мА), и он также снижается при уменьшении напряжения питания.

Для контроля напряжения на лампе параллельно патрону XT1 можно подключить вольтметр, для этого на корпусе устройства надо установить гнёзда подходящей конструкции. Вольтметр желательно применить с входным сопротивлением 10 МОм и более, это повысит точность измерения напряжения. Внешний вид смонтированного устройства в действии показан на **рис. 5**. Светодиоды лампы слабо светят.



Рис. 5

Когда установлена исправная лампа, она начинает слабо светить при напряжении на ней немногим менее 200 В. При увеличении напряжения блока питания яркость свечения также увеличивается. Для проверки неисправной светодиодной лампы сначала надо аккуратно удалить светорассеивающий колпак. Лампу завинчивают в патрон, подключают устройство к регулируемому блоку питания с выходным напряжением 1,5...15 В и током до 300 мА. Для ламп, у которых все элементы размещены на одной, как правило, алюминиевой плате, найти неисправный элемент, конечно, проще. В некоторых лампах драйвер, как правило, импульсный, размещён внутри цоколя, что потребует дальнейшей разборки.

Устанавливают минимальное напряжение и плавно его увеличивают. Если напряжение на лампе растёт в соответствии со снятой зависимостью и при напряжении 230 В её светодиоды не светят, значит, один из них или несколько, а также и другие элементы вышли из строя, а возможно, повреждён защитный резистор, который чаще всего расположен в цоколе. Для их выявления надо измерить напряжение на всех элементах. Если перегорел один из светодиодов, на нём будет большая часть напряжения. Если напряжение на лампе не увеличивается в соответствии с зависимостью и при этом светит светодиод HL1, вероятно, в лампе короткое замыкание или большая утечка.

Следует учесть, что незначительная часть светодиодных ламп, в основном старого образца, имеет узел питания на основе балластного конденсатора. Устройство не предназначено для работы с такими лампами.

Замена светодиодов и других элементов на алюминиевой плате — это настоящая проблема. Тут без фена с насадкой для локального нагрева не обойтись. Но поиск неисправностей и технология замены элементов — это не тема настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** Щуп-пробник светодиодов и светодиодных матриц. — Радио, 2021, № 5, с. 28—30.

2. **Нечаев И.** Пробник высоковольтных светодиодных матриц. — Радио, 2021, № 12, с. 32—34.

3. **Нечаев И.** Тестер варисторов, супрессоров, стабилитронов, неоновых ламп, газовых разрядников, светодиодных матриц. — Радио, 2022, № 1, с. 17—21.

Устраняем гул электромагнитного пускателя

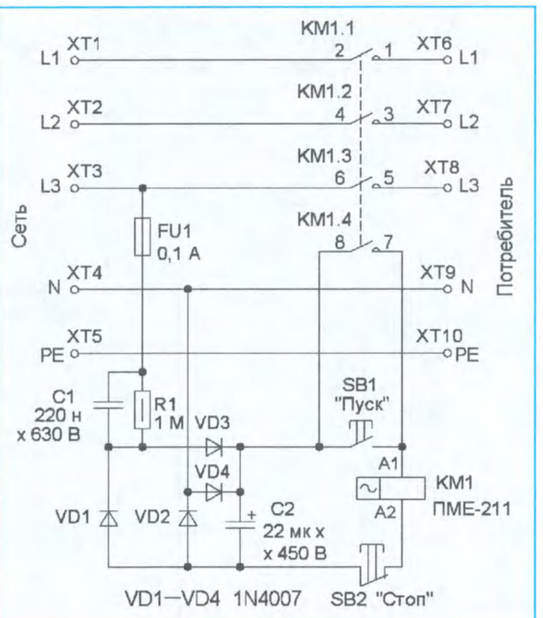
Г. БАСОВ, г. Томск/Ставрополь

Конечно, сейчас модно применять твердотельные реле в различных конструкциях, однако в некоторых случаях фактор стоимости и надёжности говорит в пользу электромагнитных пускателей (или контакторов) серий ПМЕ, ПМЛ, ПМА, ПМ12 и других типов. Вот только они имеют, по крайней мере, одну неприятную особенность — гул, который в большинстве случаев возникает за счёт неплотного примыкания поверхностей якоря и магнитопровода при срабатывании пускателя. А если внутрь попадёт песчинка грязи, гул выводит из терпения!

Такой пускатель был применён дома для коммутации потребителей в электрощитке. С его помощью, после ухода на работу, отключались все потребители, кроме холодильника и других неотключаемых приборов. Но потом его надо было включать, и спать ночью было не очень комфортно из-за гула.

Хороший способ его устранить — питать обмотку пускателя постоянным током. Но его обмотка для постоянного тока имеет небольшое сопротивление, и, выпрямив переменное напряжение сети, нельзя подавать его напрямую на неё.

Предлагается несложная схема "усмирения" гула магнитного пускателя, которая показана на **рисунке**. Диодный мост VD1—VD4 подключён к сетевому напряжению через балластный конденсатор C1. Мост выпрямляет переменное напряжение, и конденсатор C2 заряжается до напряжения около 310 В. Для включения потребителя надо кратковременно нажать на кнопку SB1. При этом на обмотку пускателя поступит всё напряжение конденсатора C2, пускатель сработает и своими контактами КМ1.4 заблокирует контакты кнопки SB1. Напряжение на конденсаторе C2 при этом уменьшится до 15...25 В, поскольку ток через обмотку пускателя ограничен конденсатором C1. Напряжения 15...25 В вполне достаточно для надёжного удержания контактов КМ1.1—КМ1.4. Для других пускателей, возможно, придётся подобрать конденсатор C1 по надёжности удержания якоря. Если напряжение на обмотке меньше указанного значения, может быть не очень надёжное удержание якоря, а если больше — будет заметно нагреваться обмотка.



В устройстве можно применить резистор МЛТ, С2-23, неполярный конденсатор — плёночный К73 или импортный, оксидный — импортный. Вместо отдельных диодов можно применить диодный мост с допустимым напряжением не менее 600 В и током не менее 300 мА. Кнопки могут быть любого типа, рассчитанными для работы в сети 230 В.

При манипуляциях с сетевым напряжением соблюдение техники безопасности ОБЯЗАТЕЛЬНО!!!

Для отключения потребителя от сети надо кратковременно нажать на кнопку SB2. Следует помнить, что при пропадании напряжения сети и последующем его появлении пускатель автоматически не сработает, требуется кратковременно нажать на кнопку SB1 "Пуск".

Два таких устройства успешно работают более двух лет дома и на работе. ■

Устройство управления насосом в дачном доме

А. МЕЛЬНИКОВ, г. Барнаул

Вопросам автоматизации управления водоснабжением садового или индивидуального жилого дома было посвящено немало публикаций в журнале "Радио". Однако, несмотря на наличие большого числа готовых схемотехнических решений, автор решил разработать свой вариант устройства автоматического поддержания уровня воды в водонапорном баке, описание которого и предлагается вниманию читателей.

Требования, предъявляемые к такому устройству, продиктованы особенностями системы водоснабжения дачного дома автора. Основным элементом системы является расположенный на чердаке дома водонапорный бак, вода из которого поступает в трубопровод холодного водоснабжения и в электрический котёл, который обеспечивает дом горячей водой, а также нагревает воду для системы отопления. Наполнение бака водой в летнее время осуществляется с помощью центробежного насоса через летний водопровод, а осенью, когда из-за отрицательной температуры на улице использование летнего водопровода становится невозможным, — из колодца с помощью погружного насоса, подключаемого резиновым шлангом на время наполнения бака.

Из сказанного выше очевидно, что водонапорный бак в этой системе выполняет несколько функций. Он обеспечивает подачу воды, поддерживает необходимое давление на всасывающем патрубке установленного перед котлом циркуляционного насоса, а также принимает на себя объём воды, вытесняемой из электрокотла при нагреве, работая как расширительный бак. Поэтому основным требованием, предъявляемым к устройству управления, является недопущение снижения уровня воды ниже некоторого минимального значения, обеспечивающего нормальную работу системы отопления. Вторым требованием является возможность работы устройства в полностью автоматическом режиме летом и в полуавтоматическом осенью, когда включение насоса производится вручную, а отключение происходит после достижения верхнего уровня воды в баке. Третьим требованием является работа электродов датчиков уровня воды на переменном токе, что предотвращает электролиз воды в баке.

Исходя из приведённых выше требований, было сконструировано устройство, схема подключения которого показана на **рис. 1**. Датчиками уровня воды служат электроды E1—E3, изготовленные из изолированного алюминиевого провода сечением 6 мм^2. На длине 10 мм с конца каждого провода изоляция удалена, а сами провода закреплены на планке из стеклотекстолита, установленной внутри водонапорного бака, и подключены к устройству управления. Металлический корпус водонапорного бака заземлён и соединён с общим проводом устройства, а включение и отключение электродвигателя насоса осуществляются с помощью контактов реле, установленного в устройстве управления.

Схема устройства приведена на **рис. 2**. Каждый из датчиков E1—E3 подключён к входной ячейке, состоящей из токоограничивающего резистора, стабилитрона, однополупериодного выпрямителя с резистором нагрузки и сглаживающего конденсатора. Датчики питаются переменным напряжением 20 В, поступающим с обмотки III трансформатора T1.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Рассмотрим работу входной ячейки, соединённой с датчиком E3. Пока этот датчик не погружён в воду, на контакте XT4 присутствует переменное напряжение, которое ограничено стабилитроном VD1. Положительные полуволны переменного напряжения, проходящие через диод VD4, заряжают конденсатор C1, поэтому на выводе 9 логического элемента DD1.1 присутствует высокий логический уровень, разрешающий работу генератора, собранного на этом элементе. Светодиод HL1 при этом мигает, а транзистор VT1 периодически открывается, подключая к источнику питания звуковой излучатель со встроенным генератором HA1, сигнализирующий об аварийно низком уровне воды в баке.

Когда датчик E3 оказывается погружённым в воду, на выводе 9 элемента DD1.1 устанавливается низкий логический уровень, запрещающий работу генератора, поэтому на выходе элемента DD1.1 появляется высокий уровень напряжения, закрывающий транзистор VT1 и отключающий звуковой сигнал. Светодиод HL1 при этом светит постоянно, сигнализируя о низком уровне воды в баке-резервуаре.

В процессе дальнейшего наполнения резервуара в воду оказывается погружённым датчик E2 и низкий логический уровень на выходе элемента DD1.2 сменяется высоким, поэтому светодиод HL1 гаснет и включается светодиод HL2 зелёного свечения, сигнализирующий о нормальном уровне воды. Когда вода дойдёт до датчика E1, на выходе элемента DD1.3 появится высокий логический уровень, светодиод HL2 погаснет и включится светодиод HL3 синего свечения, сигнализирующий о высоком уровне воды. При снижении уровня воды светодиоды HL1—HL3 переключаются в обратной последовательности.

Управление насосом, подающим воду в резервуар, может осуществляться в двух режимах, полуавтоматическом и автоматическом, выбираемых с помощью переключателя SA1. Рассмотрим работу устройства в автоматическом режиме. Когда уровень воды в резервуаре опустится ниже датчика E2, на выходе элемента DD1.2 появится низкий логический уровень, открывающий транзистор VT2. Этот транзистор соединяет управляющий электрод тиристора VS1 через токоограничивающий резистор R15 с плюсом источника питания, в результате чего тиристор открывается, подавая питание на обмотку реле K1, которое своими контактами K1.1 подключает насос к сети 230 В. Светодиод HL4 при этом светит, сигнализируя о работе насоса.

В процессе наполнения резервуара вода достигает датчика E2 и транзистор VT2 закрывается, но тиристор VS1 остаётся открытым и насос продолжает работать до погружения в воду датчика E1. Когда это происходит, на выходе элемента DD1.3 появляется высокий логический уровень и конденсатор C7 начинает заряжаться через резисторы R13 и R14. Когда

Рис. 1

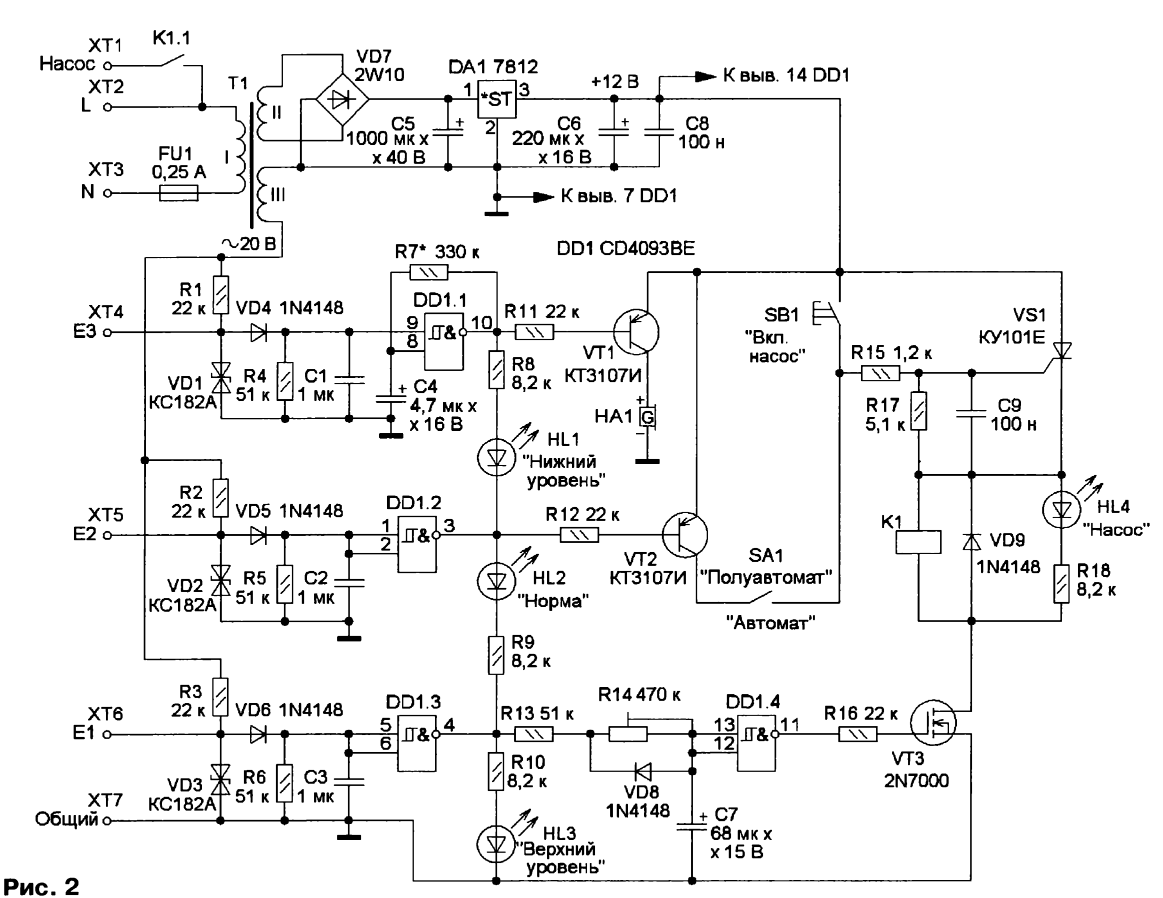
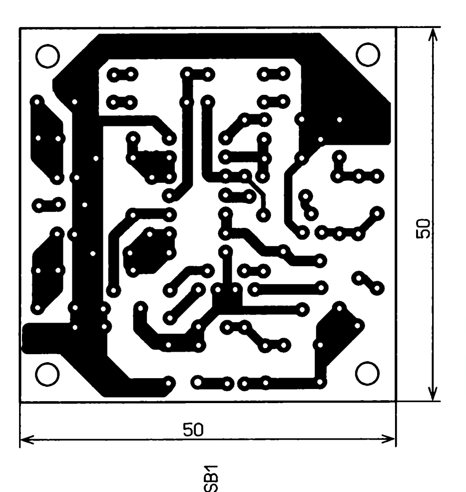


Рис. 2



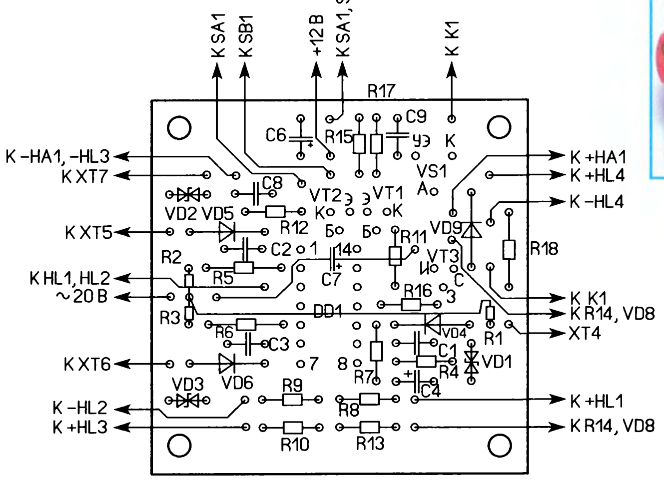
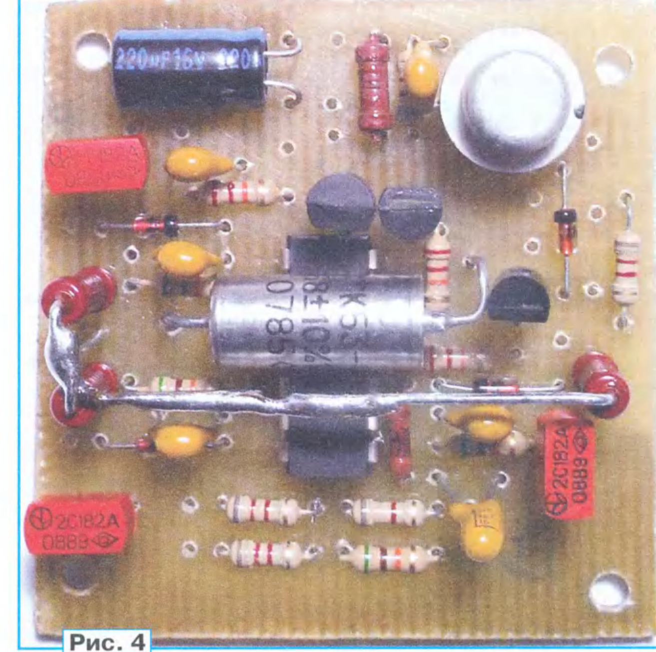


Рис. 3


Рис. 4

Снижение уровня воды ниже датчика E1 приводит к появлению на выходе элемента DD1.3 низкого логического уровня, в результате чего конденсатор C7 разряжается через диод VD8 и резистор R13, на выходе элемента DD1.4 появляется высокий логический уровень и транзистор VT3 открывается, подготавливая тиристор VS1 к повторному включению. Кнопка SB1 служит для принудительного включения насоса при нормальном уровне воды в резервуаре (при включённом светодиоде HL3 работа кнопки SB1 блокируется).

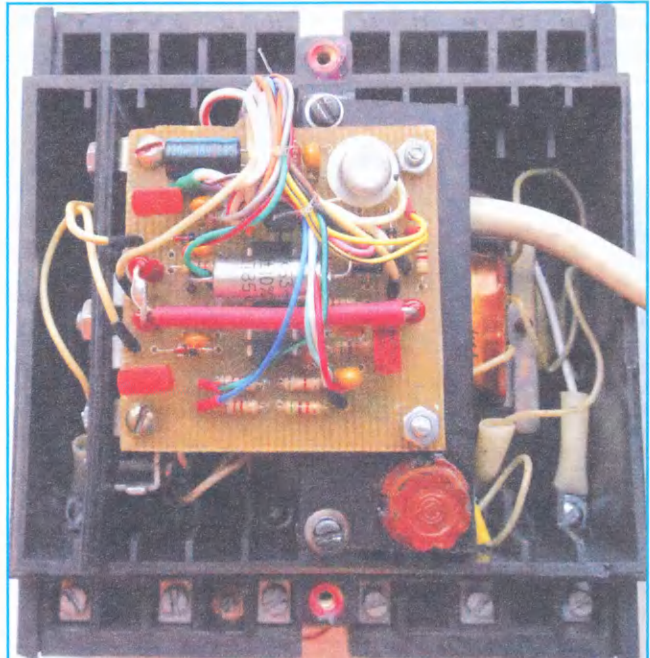

Рис. 5



Рис. 6

напряжение на конденсаторе C7 достигнет порога переключения элемента DD1.4, на его выходе появится низкий логический уровень и полевой транзистор VT3 закроется, отключая цепь питания реле K1 и тиристора VS1. Насос при этом отключается, и светодиод HL4 гаснет.

Работа устройства в полуавтоматическом режиме происходит аналогично, за исключением того, что коллектор транзистора VT2 отключён от левого по схеме вывода резистора R15, и включение насоса возможно только вручную с помощью кнопки SB1. Следует отметить, что принудительное отключение насоса в любом из режимов возможно только путём отключения самого устройства управления от сети. При необходимости ручное отключение насоса

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 2, 2022

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 2, 2022

можно реализовать, включив в анодную цепь тиристора VS1 нормально замкнутые контакты дополнительной кнопки, с помощью которой можно отключать насос в полуавтоматическом режиме.

Подстроечный резистор R14 предназначен для установки длительности задержки отключения насоса после достижения водой в резервуаре датчика E1. Такая задержка призвана выполнять две функции. Во-первых, она обеспечивает полное погружение в воду рабочей части датчика E1, что предотвращает ложное переключение индикаторных светодиодов под воздействием колебаний уровня воды в резервуаре. Во-вторых, наличие некоторого уровня воды над нижним краем датчика E1 позволяет довольно просто контролировать наличие даже незначительных утечек в системе водоснабжения.

Например, наполнив резервуар водой вечером и обеспечив отсутствие водоразбора в ночное время, утром с помощью индикаторных светодиодов можно определить наличие утечки. Если продолжает светить светодиод HL3, утечка либо отсутствует, либо её величина не превышает объёма воды, находящегося над нижним краем датчика E1. Если же светодиод HL3 погашен и светит светодиод HL2, наличие утечки воды в системе очевидно. При указанных на схеме номиналах элементов длительность задержки отключения насоса регулируется в интервале от 3 до 25 с.

Источник питания устройства состоит из понижающего трансформатора T1 с двумя вторичными обмотками. От одной из обмоток питается стабилизатор напряжения 12 В, состоящий из выпрямительного моста VD7, сглаживающего конденсатора C5, блокировочных конденсаторов C6, C8 и интегрального стабилизатора напряжения DA1. С другой вторичной обмотки поступает переменное напряжение 20 В, служащее для питания датчиков E1—E3. Диод VD9 защищает элементы устройства от противо-ЭДС, возникающей в момент прерывания тока через обмотку реле K1.

Детали устройства, за исключением элементов источника питания, реле K1, звукового излучателя HA1, кнопки SB1, переключателя SA1, светодиодов HL1—HL4, а также подстроечного резистора R14 и диода VD8, размещены на печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм, чертёж которой приведён на **рис. 3**. Конденсатор C6 установлен параллельно плате и приклеен к ней с помощью клея "Момент", конденсатор C7 установлен над корпусом микросхемы DD1. Резисторы R1—R3 установлены на плате перпендикулярно, а их свободные выводы спаяны между собой и образуют шину, к которой подключается один из выводов обмотки III трансформатора T1. Внешний вид смонтированной платы приведён на **рис. 4**.

В авторском варианте устройство смонтировано в корпусе от измерительного преобразователя переменного напряжения E855/1-M1, от которого также использован понижающий трансформатор с двумя вторичными обмотками. Элементы стабилизатора напряжения, а также реле K1 смонтированы на пластине из полистирола, установленной в левой части корпуса, к которой с помощью уголков и винтов M3 прикреплена печатная плата устройства. Правый край печатной платы закреплён к пластине из полистирола, на которой смонтирован держатель плавкого предохранителя FU1.

Индикаторные светодиоды, звуковой излучатель HA1, кнопка SB1, переключатель SA1 и подстроечный резистор R14 установлены на крышке корпуса устройства, а диод VD8 припаян непосредственно к выводам подстроечного резистора. Для подключения всех внешних цепей использованы имеющиеся в корпусе штатные винтовые клеммы, а после завершения монтажа печатная плата, а также все паяные соединения покрыты двумя слоями лака ХВ-784. Вид на монтаж устройства приведён на **рис. 5**, а внешний вид устройства в сборе — на **рис. 6**.

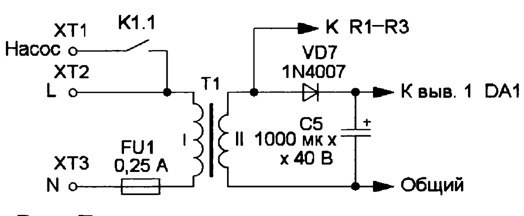


Рис. 7

В устройстве можно применить постоянные резисторы любого типа соответствующей мощности рассеяния, подстроечный резистор — СП-1, СПО-0,5 или любой другой, имеющий линейную зависимость сопротивления от угла поворота движка и подходящий по габаритам. Неполярные конденсаторы — К10-7В или К10-17, оксидные конденсаторы C5, C6 — К50-35 или импортные. Конденсатор C4 — танталовый TECAP или керамический К10-17, конденсатор C7 — танталовый К53-1 или другой с аксиальными выводами. Диодный мост VD7 должен иметь обратное напряжение не менее 50 В и допустимый ток не менее 100 мА (его также можно составить из отдельных диодов с такими же параметрами), остальные диоды — любые маломощные выпрямительные или импульсные, например, серии КД521 или КД522.

Светодиоды — любые сверхъяркие желаемого цвета свечения, звуковой излучатель со встроенным генератором HA1 — TMB12A12 или другой с номинальным напряжением 12 В. Микросхему стабилизатора напряжения 7812 можно заменить отечественной микросхемой КР142ЕН8Б, а вместо микросхемы CD4093BE использовать микросхему К561ТЛ1. Полевой транзистор 2N7000 можно заменить транзистором BS170 или КП501, транзисторы КТ3107И (VT1, VT2) — КТ3107 с любым буквенным индексом. На месте тиристора КУ101Е (VS1) можно использовать тиристор КУ101 с любым буквенным индексом, реле K1 — SANOU SRD-S-112 D или аналогичное с током срабатывания не более 50 мА и номинальным напряжением 12 В. Следует отметить, что контакты выбранного реле должны быть рассчитаны на коммутацию сетевого напряжения и ток, потребляемый насосом. Кнопка SB1 и переключатель SA1 — любые подходящие по габаритам.

В качестве трансформатора T1 автор использовал готовый понижающий трансформатор, имеющий две вторичные обмотки с напряжением 20 В и током нагрузки 100 мА каждая. В случае отсутствия такого трансформатора можно использовать трансформатор с одной вторичной обмоткой, выполнив блок питания устройства по схеме, приведённой на **рис. 7**. Напряжение вторичной обмотки используемого трансформатора может находиться в интервале 15...20 В при токе нагрузки не менее 100 мА.

Собранное правильно и из исправных деталей устройство начинает работать сразу и в налаживании не нуждается. В случае необходимости яркость свечения светодиодов HL1—HL4 можно изменить путём подбора сопротивления соответствующих токоограничительных резисторов, однако ток, протекающий через эти светодиоды, не должен превышать 3 мА. Время задержки отключения насоса можно изменить подстроечным резистором R14 и (или) подборкой конденсатора C7.

Если водонапорный бак, в котором расположены датчики (см. рис. 1), изготовлен из изоляционного материала, для обеспечения функционирования устройства в бак (на всю его глубину) следует поместить неизолированный проводник, который соединяют с контактом XT7 устройства. Дополнительный электрод так же, как и основные электроды, должен быть изготовлен из не подверженного коррозии металла (алюминий или нержавеющая сталь).

Мощность электродвигателя насоса, которым может управлять устройство, определяется допустимым рабочим током контактов реле K1. Для управления более мощным насосом или насосом, питающимся от трёхфазной сети, следует использовать магнитный пускатель, катушку которого подключают к контактам XT1 и XT3 устройства. Для управления насосом также можно использовать твердотельное реле соответствующей мощности, излучающий диод которого включают вместо обмотки реле K1.

В случае, если требуется только указатель уровня воды в резервуаре, схему устройства можно упростить, исключив из неё элементы, отвечающие за управление насосом (резисторы R12—R18, конденсаторы C7, C9, диоды VD8, VD9, транзисторы VT2, VT3, светодиод HL4, а также тиристор, реле, кнопку и переключатель). Не используемые в этом случае входы элемента DD1.4 следует соединить с общим проводом устройства.

***От редакции**. Чертёж печатной платы находится по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2022/02/upr-nasos.zip** на нашем FTP-сервере.*

Измеритель концентрации формальдегида (CH_2O) в воздухе

А. КОРНЕВ, г. Одесса, Украина

Формальдегид — опасный для человека газ. Он очень легко растворяется в жидкостях, в частности, водный раствор формальдегида используют при производстве фанеры, древесно-стружечных и древесно-волокнистых плит. Кроме того, его применяют при производстве пластмассы, краски, кожаных изделий, шампуней и моющих средств, а также в пищевых продуктах и косметике, нередко — в лаках для ногтей. Вред формальдегида для здоровья человека давно доказан. Поэтому определение концентрации опасных веществ в окружающей среде — актуальная задача. Автор предлагает вариант её решения.

Формальдегид (CH_2O) — это бесцветный газ с острым запахом. Этот газ очень токсичен, относится ко второму классу опасности [1]. Он оказывает негативное влияние на органы дыхания, вызывая парез дыхательных путей (остановку дыхания), на кожный покров (ярко выраженные дерматиты, экземы, язвы), нервную систему (энцефалопатии), является канцерогенным веществом. Предельно допустимая концентрация формальдегида в воздухе — 0,5 мг/м^3 [1]. Для промышленных нужд его получают из метана и метанола. Но формальдегид содержится и в атмосфере. Там он появляется в результате фотохимических реакций и процессов трансформации органических соединений (метан, метиловый спирт и др.). Огромное количество формальдегида выделяется в атмосферу из-за деятельности человека. Автомобильный транспорт, химические предприятия, мусоросжигательные заводы, деревообрабатывающие фабрики — всё это источники формальдегида в воздухе. "Богат" формальдегидом табачный дым и другие продукты горения. Что выделяет формальдегид в квартире? Многие отделочные материалы: окна и потолки из поливинилхлорида, некоторые виды обоев, напольные покрытия, плинтусы и т. д. Всё это может испускать формальдегид в течение длительного периода времени. Мебель из фанеры, древесно-стружечных (ДСП) и древесно-волокнистых плит, МДФ выделяет формальдегид от нескольких дней до нескольких месяцев, в зависимости от качества материала, из которого она сделана. Предметы повседневного обихода также его содержат: игрушки, бытовая техника, канцтовары, посуда и т. д. Дети более чувствительны к окружающей среде, поэтому и влияние формальдегида на организм ребёнка заметнее. Полчаса игры с пластиковой куклой здоровью ребёнка не навредят. А десять лет в окружении виниловых обоев, пластиковых шкафчиков, ковров на небезопасной клеевой основе и мебели из ДСП? Тут, к сожалению, можно только предполагать, потому что замерить реальный вред для здоровья вне лабораторных условий трудно.

На **рис. 1** изображена простая схема измерителя концентрации формальдегида. Основа прибора — двухвыводный электрохимический датчик 2-FE5 (**рис. 2**) английской компании DART SENSORS [2], представительство которой, например, есть в Москве.

Основные технические характеристики

Интервал измерения прибора, мг/м^3 ....0...2,5
Разрешающая способность, мг/м^3 0,01
Чувствительность прибора, нА/мг/м^3 ....119...278

Ток датчика В1, прямо пропорциональный концентрации формальдегида, посредством ОУ DA3 преобразуется в напряжение, которое затем измеряет цифровой вольтметр PV1. Коэффициент преобразования усилителя — 1000 мВ/мг/м^3. Компаратор DA4 включает зуммер НА1 при превышении допустимой концентрации формальдегида 0,5 мг/м^3 (500 мВ). Если прибор использовать только лишь как сигнализатор превышения допустимой нормы концентрации формальдегида, цифровой вольтметр PV1 можно исключить. Чтобы предотвратить поляризацию датчика В1, необходимо при выключенном питании держать его электроды соединёнными между собой. Для этого предназначен р-канальный полевой транзистор VT1, который в отсутствие питания открыт, но закрывается при подаче на его затвор напряжения +2,5 В относительно истока. При однополярном питании требуется создание искусственной "земли", как правило, на уровне половины общего напряжения питания,

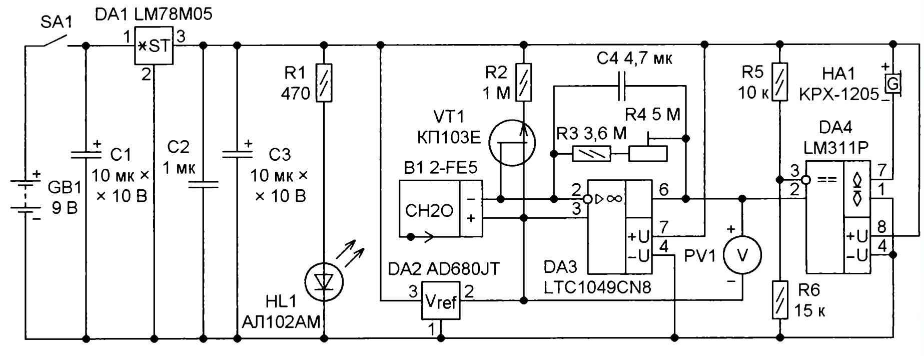
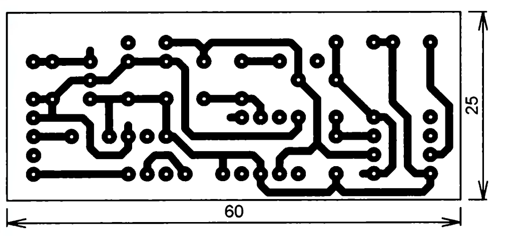


Рис. 1



Рис. 2



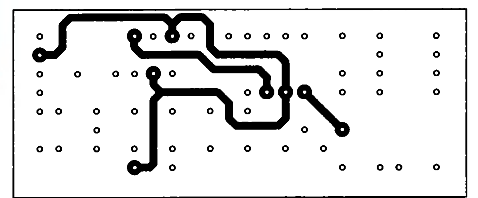


Рис. 3

для этого используется источник напряжения DA2 с фиксированным выходным напряжением +2,5 В. Питается прибор от батареи гальванических элементов напряжением 9 В 6F22 ("Крона"). Линейный стабилизатор DA1 понижает это напряжение до 5 В. Светодиод HL1 сигнализирует подачу питания на устройство.

В устройстве можно применить любые резисторы с допуском до 5 %. Подстроечный резистор — компании Murata серии PVC6. Оксидные конденсаторы — танталовые серии SA42. Остальные конденсаторы — керамические К10-17 или импортные аналоги.

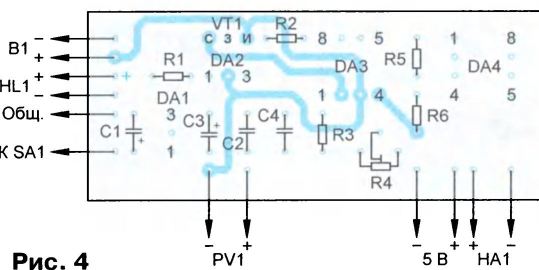


Рис. 4

К сожалению, в связи с большим разбегом чувствительности датчиков и отсутствием поверенных приборов в домашних условиях для точных измерений откалибровать любой газоанализатор практически невозможно. Для настройки прибора я воспользовался услугами достаточно серьёзной в Украине независимой фирмы "Отава". За один рабочий день сотрудники фирмы произвели мониторинг воздуха в квартире моих родственников по семи показателям, в том числе и по концентрации формальдегида. По показаниям их поверенных приборов можно легко настроить свой прибор. В России, как мне кажется, надёжнее всего будет обратиться в Роспотребнадзор, а если точнее — в Центр гигиены и эпидемиологии вашего города или региона. Либо можно опять же воспользоваться услугами независимой лаборатории.

Устройство собрано на плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертёж платы показан на **рис. 3**, а расположение элементов на ней — на **рис. 4**. Для удобства измерения вблизи различных предметов сам датчик закреплён на лицевой панели прибора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы ГН 2.2.5.3532-18. — URL: **https://www.rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/00b/gn-2.2.5.3532_18.pdf** (25.12.21).

2. DART SENSORS. Formaldehyde sensor. — URL: **http://www.old.gassensor.ru/data/files/formaldehyde/HCHOSensorDatasheet.pdf** (25.12.21).

Блок центрального канала аудиосистемы для автомобиля

П. АЛАЛУЕВ, г. Кострома

В автомобиле KIA SOUL второго поколения после рестайлинга (2016—2019 гг.) на приборной панели (торпедо) в салоне, под лобовым, стеклом присутствует декоративная решётка, под которой может быть установлена динамическая головка для центрального канала аудиосистемы. Однако во всех комплектациях автомобиля, за исключением максимальной Premium, центральный канал аудиосистемы отсутствует, а вместо соответствующей динамической головки центрального канала под декоративной решёткой на торпедо установлен малогабаритный звуковой излучатель 96355-B2000 (**рис. 1**), подключённый к аварийной системе спасения "ЭРА-Глонасс".



Рис. 1



Рис. 2

Мне захотелось в этом автомобиле в младшей комплектации Classic заменить указанный малогабаритный звуковой излучатель штатной динамической головкой центрального канала аудиосистемы JBL Infinity 96350-3V100 (**рис. 2**) от комплектации Premiun и изготовить для него формирователь аудиосигнала. Внешний вид места расположения динамической головки центрального канала в салоне автомобиля показан на **рис. 3**.

Поиск несложных цифровых решений по формированию сигнала центрального канала аудиосистемы из обычного стереосигнала автомагнитолы, кроме обычного смешивания сигнала левого и правого каналов в разном частотном спектре, не дал результата. Поэтому стал искать существующие разработки по этой теме и думать над разработкой аналоговой конструкции формирователя сигнала центрального канала аудиосистемы. В журнале "Радио" была найдена интересная статья [1]. В этой конструкции основой блока обработки аудиосигнала, предложенного автором статьи, был усилитель-вычитатель на базе операционного усилителя (ОУ), формирующий разностный сигнал из левого и правого каналов стереосигнала от автомагнитолы.

Эксперименты показали, что такой усилитель-вычитатель может быть использован для формирования аудиосигнала центрального канала. Благодаря формируемому разностному сигналу между левым и правым каналами аудиосистемы, а также частотному фильтру, выделяющему средние частоты, формируемый звуковой эффект мне очень понравился. Этот звуковой

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 2, 2022

эффект при прослушивании музыки, а также речевых аудиопрограмм вызвал ощущение расширения стереобазы за счёт появления отдельного стереоэффекта между центральным каналом и левым каналом, а также между центральным каналом и правым каналом. Кроме этого, выделение средних частот в центральном канале создало имитацию работы центрального канала в аудиосистемах формата 5.1, в которых он используется для передачи речевой информации.

Автор упомянутой выше статьи при обработке аудиосигнала использовал систему АРУ, которая ограничивала громкость звучания сформированного аудиосигнала. Возможно, что разработанный автором блок обработки аудиосигнала использовался совместно с автомагнитолой, у которой штатный стереоусилитель имел недостаточную или малую выходную мощность и, как следствие, малый динамический диапазон. В результате у автора статьи в усилителе автомагнитолы могло возникать ограничение амплитуды аудиосигнала на большой громкости, что приводило к ощущению перекрикивания нового аудиоканала относительно штатных левого и правого каналов. Однако штатные усилители автомагнитол в современных автомобилях выполняются на микросхемах усилителей ЗЧ с выходными транзисторами МОП и MOSFET структуры большой максимальной мощности, более 40 Вт на канал, и поэтому имеют достаточно большой динамический диапазон. Так, усилитель мощности штатной автомагнитолы комплектации Classic автомобиля KIA SOUL 2 построен на микросхеме TB2952AHQ с выходной мощностью 4×49 Вт на нагрузках сопротивлением 4 Ом. Проведённые эксперименты показали, что при работе блока обработки аудиосигнала с использованием усилителя-вычитателя на ОУ в центральном канале он не нуждается в АРУ.

Мне хотелось, чтобы блок центрального канала не только выполнял свою функцию формирования центрального аудиоканала, но и не нарушал прежнюю работу аварийной системы спасения



Рис. 3

VT1, VT3 КТ3117А

C1, C2, C7, C9, C11, C13, C15, C16, C22, C23 100 нФ

VD1, VD2, VD5 M1

C20, C21 470 мк х 25 В

HL2, HL3 FYL-3014UWC

K1 AXICOM 8-1393792-8

K2 TIANBO TRGBL-SS-112DM

Рис. 4

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

"ЭРА-Глонасс", а также имел компоненты, предотвращающие возникновение звуковых щелчков в динамической головке при включении и выключении автомагнитолы, нажатии кнопок управления в аварийной системе спасения, т. е. чтобы блок центрального канала имел законченную конструкцию, готовую к использованию.

В результате был разработан блок центрального канала, схема которого показана на **рис. 4**. Он включает в себя узел гальванической развязки напряжения питания на основе импульсного преобразователя напряжения с трансформатором для питания усилителя-вычитателя и оконечного усилителя мощности, построенный на микросхеме DA1 и транзисторах VT5, VT6.

Мною были проведены длительные эксперименты с целью упрощения схемы блока центрального канала за счёт его питания непосредственно от бортовой сети. Но с помощью различных фильтров и сокращения длины проводов питания не удалось избавиться от помех. Поэтому и была применена гальваническая развязка питания блока центрального канала от бортовой сети автомобиля.

В импульсном преобразователе применена микросхема TL494IN (DA1), широко используемая в импульсных блоках питания и преобразователях напряжения автомобильных усилителей. За основу схемы были взяты типовые схемы включения микросхемы TL494 фирмы Motorola, приведённые в [2]. Импульсный трансформатор T2 и прочие параметры преобразователя напряжения рассчитаны в программе Lite-CalcIT — "Расчёт импульсного трансформатора двухтактного преобразователя" (версия 4.11). Частота импульсного преобразователя напряжения — 50 кГц, она задана элементами C19, R25.

Технические параметры преобразователя

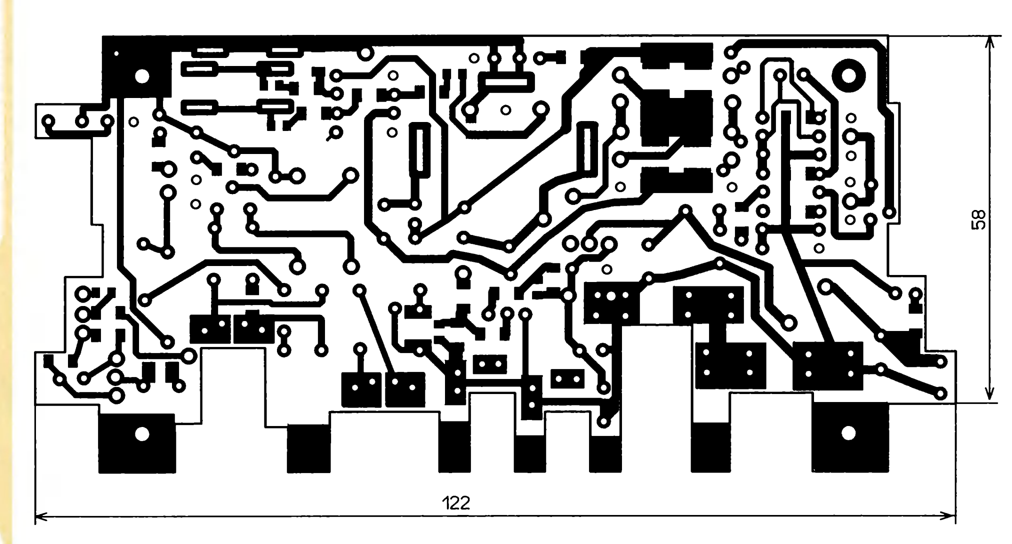
Номинальное выходное напряжение преобразователя под нагрузкой (двухполярное), В 12
Номинальная мощность, Вт 12
Габаритная мощность трансформатора, Вт 22,2

Выходная мощность УМЗЧ — 7 Вт, и, с учётом его КПД (65 %) и работы в классе AB, она фактически ограничена мощностью импульсного преобразователя. На основе проведённых экспериментов при работе совместно со штатным усилителем автомагнитолы этой мощности оказалось достаточно. Причина этого заключается в том, что мною была ограничена полоса пропускания усилителя до 328...4822 Гц, а также в высокой чувствительности динамической головки JBL Infinity 96350-3V100 центрального канала. Высокая чувствительность этой динамической головки также показала хорошую работу совместно с системой "Эра-Глонасс" в случае выключения блока центрального канала.

В качестве магнитопровода и каркаса импульсного трансформатора применены изделия из каталога магазина "Чип и Дип": магнитопровод B66311-G-X187, N87, E20/10/6 — 2 шт.; скоба B66206-A2010, E20/10/6 — 2 шт.; каркас горизонтальный B66206-A1110-T1 (B66206-B1110-T1) E20/10/6 — 1 шт. По результатам расчёта импульсного трансформатора намоточные данные следующие. Первичная обмотка — 12+12 витков эмалированного медного провода импортного производства диаметром 0,6 мм. Вторичная обмотка трансформатора содержит 15+15 витков эмалированного медного провода импортного производства диаметром 0,4 мм. Намоточные данные вторичной обмотки относительно расчётных в программе мною были уменьшены до 14+14 витков для снижения выходного напряжения преобразователя без нагрузки до 16 В, так как импульсный преобразователь напряжения без обратной связи. Намотка первичной и вторичной обмоток выполняется раздельно. Намотка каждой из обмоток выполняется в два провода, между обмотками проложена лента ФУМ для сантехники.

Вместо транзисторов КТ816Б можно применить транзисторы КТ816Г, TIP32C. Микросхема TL494IN в целях упрощения схемы включена без обратной связи. Поэтому необходимо во время проверки перед первым включением импульсного преобразователя напряжения следить, чтобы на выходе преобразователя не было коротких замыканий во избежание выхода из строя транзисторов VT5 и VT6.

Дроссель L4 намотан на унифицированном ферритовом кольцевом магнитопроводе B64290L0038X087, N87, R10×6×4 (по каталогу интернет-магазана "Чип и Дип"). Индуктивность этого дросселя рассчитана в упомянутой программе — 66,15 мкГн. Для расчёта намоточных данных дросселя использовался онлайн-калькулятор Coil32



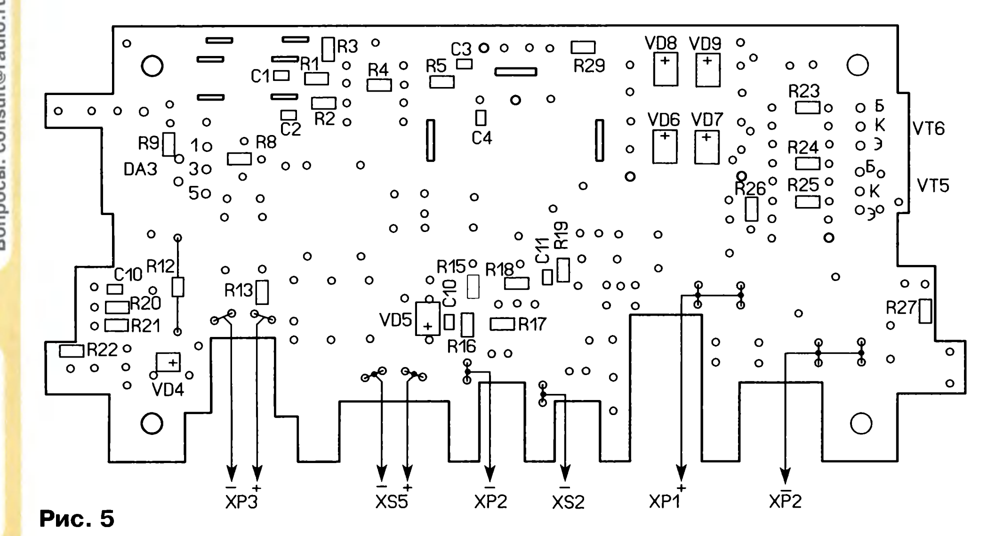
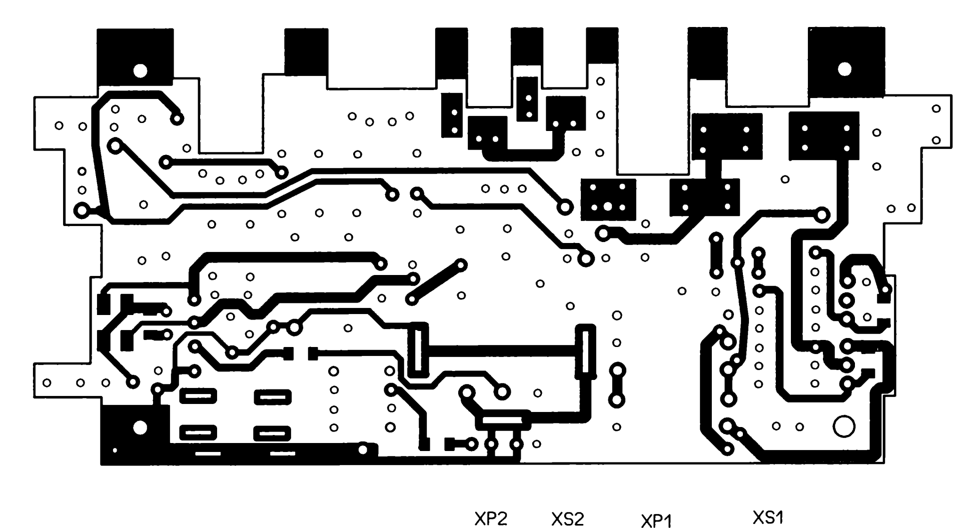


Рис. 5

антенны "Антенна (+)", снимаемое с 18-го контакта 18-контактного разъёма автомагнитолы. Реле K1 осуществляет отключение динамической головки от выхода усилителя системы "ЭРА-Глонасс" и подключение его к выходу усилителя ЗЧ блока центрального канала. Это необходимо для совместной работы динамической головки как с самим блоком, так и с системой "ЭРА-Глонасс". В случае выключения блока или отключения питания в бортовой сети автомобиля динамическая головка при выключенном реле K1 подключается к выходу усилителя системы "ЭРА-Глонасс", в которой имеется свой собственный аккумулятор. Таким образом, блок центрального канала включается в разрыв между выходом усилителя ЗЧ системы "Эра-Глонасс" и динамической головкой центрального канала. Знаки плюс и минус на схеме у контактов разъёмов XP3 и XS5 показаны для фазировки входных и выходных цепей, включая динамическую головку.

Проведённые измерения показали, что звуковой излучатель KIA 96355-B2000 штатной системы "Эра-Глонасс" имеет сопротивление звуковой катушки по постоянному току 4 Ом, а неизвестный усилитель ЗЧ аварийной системы спасения "ЭРА-Глонасс" имеет симметричный выход, а также датчик сопротивления, проверяющий наличие подключённого звукового излучателя к системе. Поэтому для передачи аудиосигнала с выхода модуля "ЭРА-Глонасс" используется аудиотрансформатор T1. Был опробован вариант передачи аудиосигнала с выхода модуля "ЭРА-Глонасс" с помощью несимметричного входа, но в этом случае в усилителе центрального канала возникают импульсные помехи (щелчки) при нажатии на кнопки управления Test и SOS на панели управления модуля спасения.



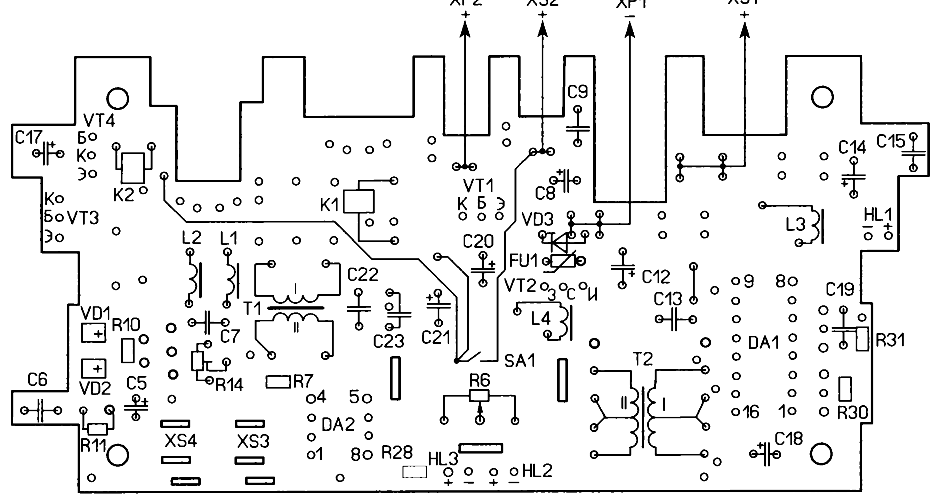


Рис. 6

[3]. Для намотки дросселя использовался импортный эмалированный провод диаметром 0,6 мм. Расчётное число витков — 9, но автором было намотано большее число витков до заполнения дросселя обмоткой витком к витку в один слой.

конденсаторов C12—C15 не проводился из-за трудности определения конкретной частоты помехи из бортовой сети автомобиля. Поэтому намоточные данные дросселя и ёмкость конденсаторов были определены экспериментально.

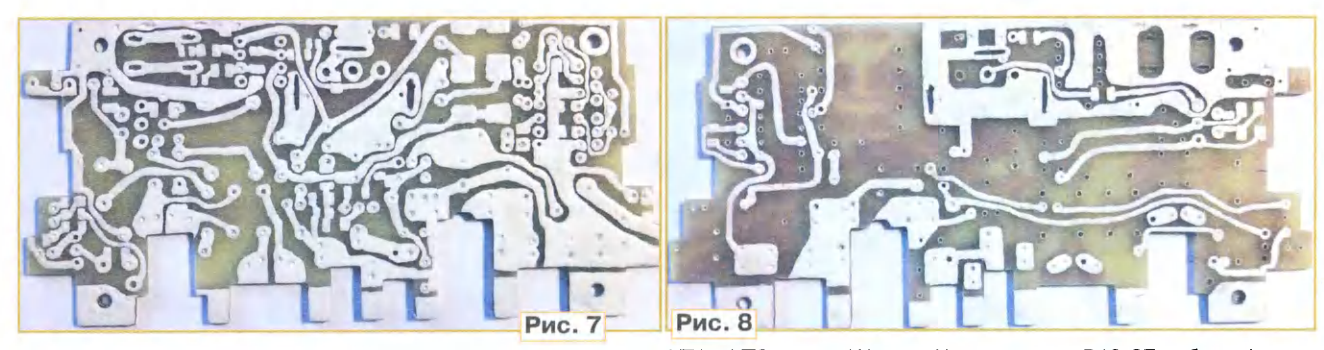


Рис. 7   **Рис. 8**

Дроссель L3 намотан на ферритовом кольцевом магнитопроводе B64290-L45-X87, N87, R16×9.6×6.3 (по каталогу интернет-магазана "Чип и Дип") проводом диаметром 0,6 мм витком к витку в один слой до заполнения сердечника. Число витков — не менее 25. Расчёт индуктивности дросселя L3 и

На транзисторах VT1 и VT2 и реле K1 собран ключ управления питанием блока для его включения и выключения по сигналу управления от магнитолы, чтобы он включался и выключался одновременно с ней. В качестве сигнала управления включением используется напряжение питания активной радио-

На элементах R13,C7 собран фильтр НЧ с частотой среза 16 кГц. На дросселях L1, L2 собран дополнительный фильтр для предотвращения проникновения помех в усилитель, помех от работающего сотового телефона, а также помех от бортовой сети автомобиля. Дроссели намотаны на кольцевых

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ферритовых магнитопроводах M200HM K7×4×2 эмалированным проводом диаметром 0,1 мм виток к витку в один слой до заполнения. Аудиотрансформатор T1 — трансформатор ATS-200 от компьютерного телефонного модема Acorp 56K. Трансформатор может быть заменён на другой с полосой пропускания 300 Гц...5 кГц или близкой к ней, а также с сопротивлением первичной обмотки по постоянному току не более 180 Ом, как у трансформатора типа ATS-200. Дело в том, что первичная обмотка трансформатора T1 через дроссели L1, L2 и резистор R13 постоянно подключена к выходу усилителя модуля "ЭРА-Глонасс" и устраняет в нём возможную ошибку при отключении и подключении к нему динамической головки с помощью контактов реле K1.1, K1.2 во время включения блока центрального канала. Если вместо аудиотрансформатора T1 использовать другой с большим сопротивлением первичной обмотки по постоянному току, возможно, потребуется шунтирование первичной обмотки резистором для достижения нужного сопротивления, достаточного для опознавания датчиком системы "Эра-Глонасс" подключённого звукового сигнализатора.

Для устранения щелчков в динамической головке при включении питания блока центрального канала установлен ключ управления на реле K2 и транзисторах VT3, VT4, который каждый раз по сигналу включения от автомагнитолы с задержкой около 2 с подключает динамическую головку к выходу усилителя мощности блока центрального канала и без задержки отключает её при пропадании сигнала включения от автомагнитолы. Ключ на транзисторах VT1, VT2, наоборот, по сигналу включения от автомагнитолы обеспечивает подключение головки к выходу усилителя мощности без задержки и с задержкой отключает её.

Вход блока центрального канала подключается к линейному выходу автомагнитолы с напряжением выходного сигнала до 500 мВ. Мною самостоятельно был сделан линейный выход в штатной автомагнитоле на основе буферного неинвертирующего ОУ, подключённого параллельно входу собственного усилителя мощности. Описание самодельной конструкции линейного выхода в автомагнитоле не имеет особенностей и в данной статье не рассматривается.

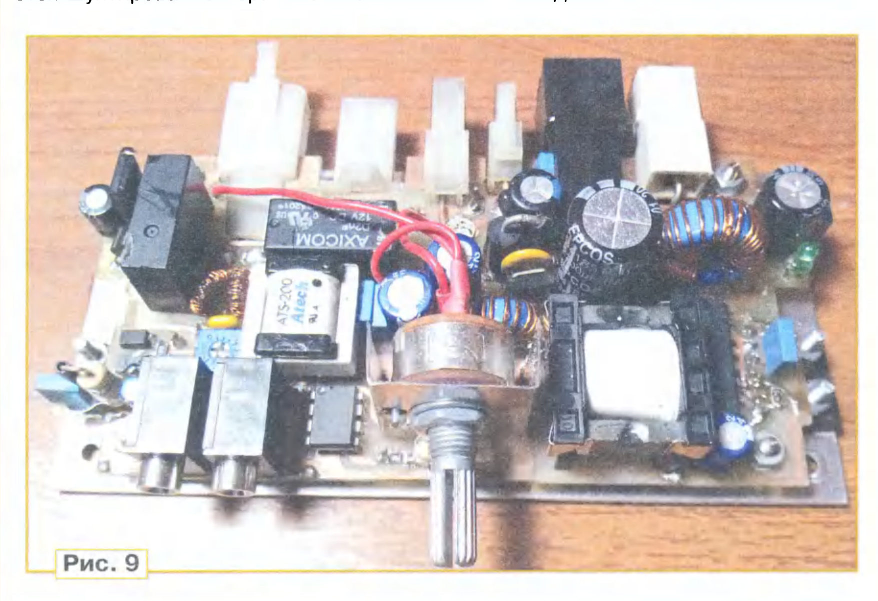


Рис. 9

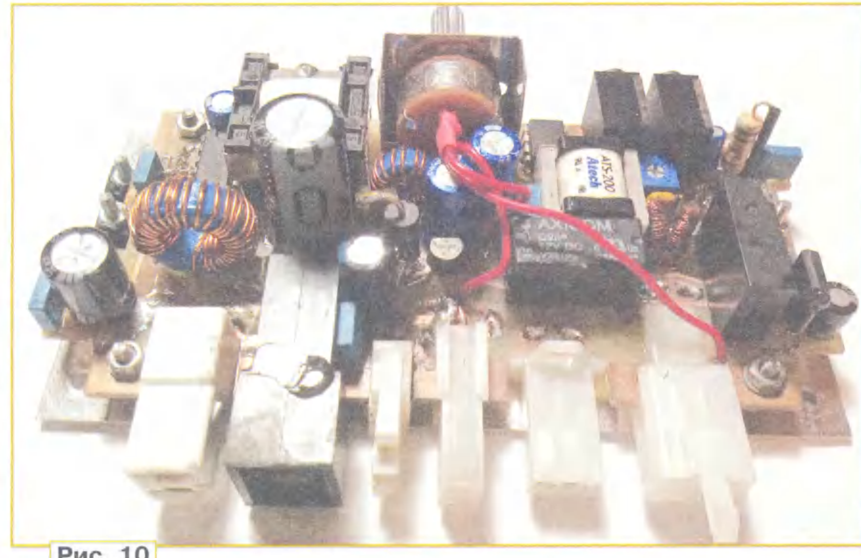


Рис. 10

Усилитель-вычитатель собран на ОУ OPA137PA с высоким входным сопротивлением и низким уровнем шума. Этот ОУ может быть заменён другим с низким уровнем шума, идентичной цоколёвкой, максимальным двухполярным напряжением питания до ±18 В и диапазоном рабочих температур от −40 до +85 °С.

Усилитель мощности собран на микросхеме DA3 (TDA2030AV). Схема её включения соответствует типовой схеме, приведённой в справочном листке изготовителя SGS-TOMSON Microelectronics [4]. Мне понравилась работа усилителя мощности с использованием этой микросхемы благодаря наличию запаса по мощности, отсутствия шумов и заметных на слух искажений, ощущению качественного и прозрачного звука, которое обычно бывает в усилителях с выходными полевыми транзисторами. Описанные положительные свойства работы усилителя, возможно, достигнуты за счёт двухполярного питания.

Резистивный делитель R9R10 задаёт требуемый коэффициент усиления. В случае использования автомагнитолы с другим напряжением выходного сигнала с помощью этих резисторов можно изменить коэффициент усиления. Ёмкость конденсатора C5 уменьшена относительно типовой схемы включения с учётом увеличения нижней границы полосы воспроизводимых звуковых частот.

Светодиод HL1 установлен на плате и используется для индикации включения ключа на транзисторах VT1, VT2. После установки платы в корпус устройства этот светодиод полезной функции не несёт. Светодиоды HL2, HL3 используются для внутренней индикации включения импульсного преобразователя напряжения, а также для декоративной подсветки рукоятки регулятора громкости на резисторе R6. Самодельная рама из жести для крепления резистора R6 на печатной плате при этом является светоотражателем. Предохранитель FU1 — MF-R110 1,1 А является самовосстанавливающимся, необслуживаемым. Выбор такого типа предохранителя выполнен по причине установки традиционного предохранителя формата MICRO2 во внешней цепи питания блока, о чём будет рассказано далее.

Для сборки блока использованы импортные резисторы для поверхностного монтажа типоразмера 1206, за исключением резисторов R14, R6, R11 и R12. Подстроечный резистор R14 — 3362P-1-103LF или СП3-19а. Переменный резистор R6 с выключателем — S16KN1-B10K, L20KC. Резистор R11 — CF-100 или С1-4 мощностью 1 Вт, резистор R12 — CF-50 или С1-4 мощностью 0,5 Вт.

Конденсаторы C1—C4, C10, C11, C16 — для поверхностного монтажа

типоразмера 0805. Оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные, остальные конденсаторы — плёночные К73-17, керамические К10-17б или аналогичные импортные. Конденсаторы C9, C13, C14, C22, C23 должны быть с номинальным напряжением 63 В или 100 В.

Дублирование электрических цепей в разъёмах XS1 и XP1, XS2 и XP2, XS3 и XS4 выполнено для возможности подключения дополнительного аудиоустройства, например сабвуфера. Гнездо и штекер XS1 и XP1 — комплект авторазъёма тр2-6.3 на два контакта. Гнездо и штекер XS2 и XP2 — из комплекта TD2×1,5. У штекера перед установкой предварительно срезаны по бокам лепестки. Гнездо и штекер XS5 и XP3 — соответственно из двухконтактного комплекта DJ7021A-2.8 18AWG. Перечисленные гнёзда и штекеры предназначены для установки на провода. Первоначально во время проведения экспериментов и разработки схемы устройства ответные части этих разъёмов уже были установлены в электропроводке автомобиля. Поэтому, чтобы ничего не переделывать, уже установленные разъёмы были сохранены, а на печатной плате установлены их ответные части. При монтаже на печатную плату к каждому контакту разъёма вместо провода был припаян отрезок жёсткого медного провода диаметром 1,5 мм. Затем эти отрезки были отформованы согласно местам под пайку на печатной плате и припаяны к ней. Для увеличения прочности крепления жёстких отрезков медного провода они дополнительно закреплены петлями из отрезков медного лужёного провода диаметром 0,8 мм. Гнёзда XS3 и XS4 — ST-215N-04.

Блок центрального канала собран в пластмассовом корпусе G1033BA размерами 129×64×41,9 мм для РЭА. Крышка корпуса — алюминиевая толщиной 1 мм является теплоотводом для транзисторов VT5, VT6 и микросхемы DA3. Они крепятся к ней через изолирующие слюдяные прокладки. Очень важно для исключения помех из-за протекания тока по петле Вход пит. минус (минусовый провод питания из бортовой сети) — Общ. Линейный вход, чтобы общий провод питания усилителя-вычитателя и усилителя мощности был соединён с минусом бортовой сети (корпусом автомагнитолы) только в точке подключения входного аудиосигнала к входу усилителя-вычитателя.

В корпусе были сделаны круглые отверстия диаметром 7 мм для гнёзд XS3, XS4, прямоугольные прорези для разъёмов XS1, XP1, XS2, XP2, XP3, XS5, а также большое отверстие диаметром 16 мм для оси переменного резистора R6 и подсветки его ручки диаметром 29 мм. Ручка регулятора громкости — пластмассовая 46109, D29 мм, отв. 6 мм× ×18 зубьев (по каталогу магазина "Чип и Дип"). По бокам корпуса сделаны также отверстия диаметром 6 мм. С внутренней стороны корпуса, напротив этих отверстий, закреплены квадратные гайки, которые используются для крепления корпуса блока в салоне автомобиля с помощью уголков.

Все радиоэлементы смонтированы на двухсторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертёж топологии нижней стороны платы и схема размещения элементов показаны на **рис. 5**. Чертёж топологии верхней стороны платы и схема размещения элементов показаны на **рис. 6**. Вырезы по бокам платы сделаны для размещаемых по бокам внутри корпуса гаек М6.

Для изготовления печатной платы сначала с чертежа были перенесены на заготовку платы места расположения всех отверстий под выводы радиодеталей. Затем выполнено сверление отверстий под выводы радиодеталей сверлом двух разных диаметров 0,8 и 1,2 мм. Некоторые отверстия на плате предусмотрены только для соединения с помощью отрезков лужёного медного провода электрических цепей между сторонами или их дублирования. Разные диаметры отверстий под выводы радиодеталей показаны визуально с отличиями на чертеже. Далее водостойкой эмалью нарисованы круглые контактные площадки вокруг отверстий для пайки деталей, контактные площадки для элементов поверхностного монтажа и затем электрические связи между деталями. Вид печатной платы после травления в растворе хлорного железа показан на **рис. 7** и **рис. 8**. Печатная плата закреплена на четырёх стойках для РЭА высотой 5 мм и резьбой М2,5. Внешний вид собранной платы блока центрального канала показан на **рис. 9** и **рис. 10**.

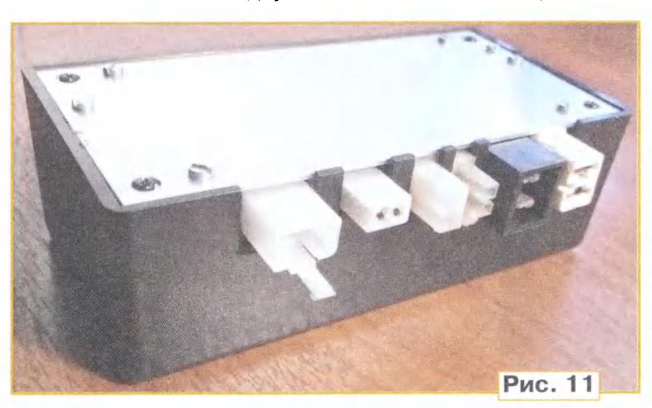


Рис. 11



Рис. 12

Рис. 13

Внешний вид блока центрального канала показан на **рис. 11** и **рис. 12**. Напряжение +12 В для него подключается через разветвитель предохранителей формата MICRO2, показанный на **рис. 13**. Этот разветвитель был приобретён в Интернете. Минусовый провод питания для блока центрального канала подключается к металлической раме под торпедо автомобиля. Устройство устанавливается под перчаточным ящиком (бардачком), со стороны переднего пассажира в салоне автомобиля.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Шихатов А.** Адаптивный тыловой канал системы пространственного звучания. — Радио, 1999, № 9, с. 14—16.

2. TL494. — URL: **https://html.alldatasheet.com/html-pdf/5775/MOTOROLA/TL494/256/1/TL494.html** (11.12.21).

3. Coil32 программа для расчёта индуктивности катушек. — URL: **https://coil32.ru/** (11.12.21).

4. TDA2030A. 18 W Hi-Fi amplifier and 35 W driver. — URL: **https://www.st.com/resource/en/datasheet/cd00000129.pdf** (11.12.21).

__От редакции__. Чертежи печатной платы в формате Sprint-Layout находятся по адресу __http://ftp.radio.ru/pub/2022/02/blok.zip__ на нашем FTP-сервере.

Уважаемые товарищи! Дорогие друзья!

От всей души поздравляю всех работников, ветеранов и членов Добровольного общества содействия армии, авиации и флоту России со знаменательным событием — 95-летием со дня образования оборонного Общества.



ДОСААФ Росссии занимает важное место в системе государственных и общественных структур и играет большую роль в деятельности Вооружённых Сил Российской Федерации. Обеспечение войск и сил подготовленными специалистами, патриотами своей Родины имеет первостепенное значение для поддержания обороноспособности страны, её национальной безопасности.

За период своего существования оборонное Общество воспитало миллионы молодых ребят и девушек, дало им дорогу в жизнь, востребованные профессии и ценные навыки. Трудно переоценить роль ДОСААФ России в воспитании настоящих патриотов Отечества, подготовке специалистов к военной службе, развитии авиационных, технических, военно-прикладных и военно-служебных видов спорта.

История оборонного Общества неразрывно связана с героической летописью Советского Союза и стран СНГ, с развитием их Вооружённых сил.

Неувядаемой славой покрыли себя воспитанники оборонного Общества в годы военных испытаний, сражаясь на фронтах Великой Отечественной войны. В их числе трижды Герои Советского Союза, маршалы авиации Александр Иванович Покрышкин и Иван Никитович Кожедуб. Среди воспитанников Осоавиахима — Алексей Маресьев и Виктор Талалихин, Александр Матросов и Зоя Космодемьянская, сержант Яков Павлов и снайпер Василий Зайцев и многие другие, чьи имена стали символом отваги, мужества и героизма нашего народа.

Сложно переоценить вклад более миллиона военных связистов, обеспечивавших в военные годы связью командование всех родов войск, в достижение Победы. В летописи Великой Отечественной войны сохранены и запечатлены многие героические поступки связистов — радистов, телефонистов, телеграфистов, механиков дальней связи, сигнальщиков, линейных надсмотрщиков, работников фельдъегерско-почтовой связи. И героизм военных связистов был по достоинству оценён Родиной.

Звание Героя Советского Союза получили в годы войны 303 военных связиста, 133 воина стали полными кавалерами солдатского ордена Славы, тысячи военных связистов и 645 частей войск связи были награждены орденами.

За успешную работу в деле укрепления обороны страны 22 января 1947 г. Президиум Верховного Совета СССР наградил Осоавиахим орденом "Красного знамени".

Славные традиции общества были достойно продолжены в послевоенные годы. В ДОСААФ начинали свой путь прославленные космонавты, выдающиеся спортсмены и знаменитые военачальники.

За большой вклад в развитие оборонно-массовой работы в стране и подготовку трудящихся к защите Отечества ДОСААФ СССР в 1977 г. удостоен высшей наградой Родины — ордена Ленина.

Сегодня ДОСААФ России развивает и множит славные традиции оборонного Общества. Являясь надёжной опорой Вооружённых Сил Российской Федерации, на базе ДОСААФ России создана качественно новая система допризывной подготовки молодёжи, включающая в себя военно-патриотическое воспитание, развитие авиационных, технических, военно-прикладных и служебно-прикладных видов спорта, подготовку по военно-учётным специальностям для Вооружённых Сил Российской Федерации и массовым техническим профессиям.

Уверен, что ДОСААФ России и ДОСААФ СНГ продолжат укреплять фундамент национальной безопасности и выполнять задачи, поставленные правительством своих стран.

Дорогие досаафовцы, выражаю Вам искреннюю признательность и благодарность за огромную работу, которую вы ведёте. Желаю Вам доброго здоровья, благополучия, счастья и дальнейших успехов в служении Отечеству.

Председатель ДОСААФ России
генерал-полковник
Александр Петрович Колмаков

Олег Степанович Ключарёв (U1AU) — один из долгожителей (1915—2017 гг.)

Георгий ЧЛИЯНЦ (UY5XE), г. Львов, Украина

Эта статья подготовлена по материалам книги Георгия Члиянца (UY5XE) и Бориса Степанова (RU3AX) "Листая старые "CallBook" и не только... (1925—1941)" (Львов: СПОЛОМ, 2008, 304 с.) и по радиолюбительским журналам разных лет.

Почти 102 года прожил ветеран войны Олег Степанович Ключарёв (29.05.1915—01.02.2017).

Некоторые данные его биографии были опубликованы ранее [1—3], но после 2015 г. появились дополнения, уточнения и иллюстрации.

В августе 1931 г. в Тифлисе Олег Ключарёв получил выданный ЦСКВ ОДР наблюдательский позывной RK-4053.

В 1931 г. занимался на курсах радистов-операторов коротковолновиков при Военно-коротковолновой секции (ВКС) ОДР Тифлиса.

Примечание. Решением расширенного Пленума ЦСКВ от 1 февраля 1931 г. СКВ были переименованы в ВКС.

В 1932 г. Олег Степанович работал в Центральной радиолаборатории ЦСКВ ОДР.

В 1933 г. он переехал жить в Ленинград. Окончил Морской техникум,

RK-4053 ОБЩЕСТВО ДРУЗЕЙ РАДИО СССР ЦСКВ

Москва, 19 Августа 1931

УДОСТОВЕРЕНИЕ

Выдано настоящее Ключареву О.С в том, что он зарегистрирован ЦСКВ ОДР СССР радионаблюдателем над приемом коротких волн и его приемной установке присвоены позывные RK—4053.

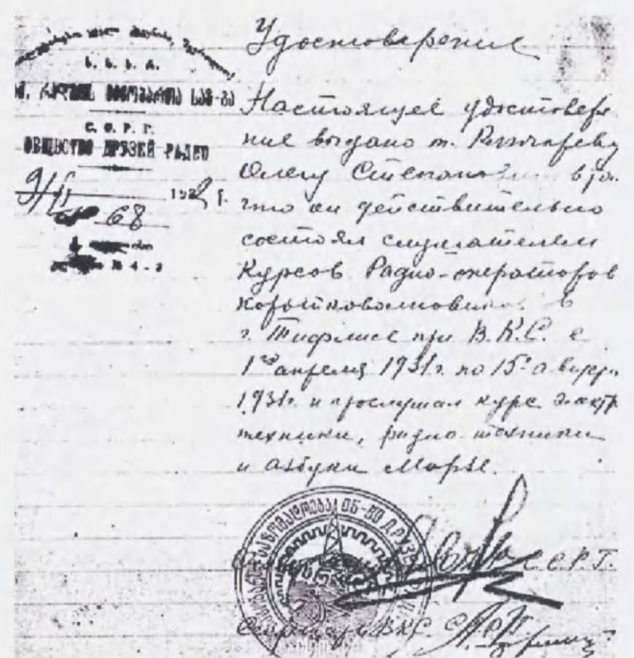
Адрес: г. Тифлис прсп Руставелли 18 кв 6

Зам. Председателя Президиума ЦСКВ ОДР СССР

Секретарь ~~Президиума~~ ЦСКВ

Зак. 2190

Удостоверение радионаблюдателя, выданное Олегу Степановичу Ключарёву в 1931 г.



Общество друзей радио

1932 г.

№ 68

Удостоверение

Настоящее удостоверение выдано т. Ключареву Олегу Степановичу в том, что он действительно состоял слушателем Курсов Радио-операторов Коротковолновиков в г. Тифлисе при В.К.С. с 1го апреля 1931 г. по 15-е авгус. 1931 г. и прослушал курс электротехники, радио-техники и азбуки Морзе.

Удостоверение об окончании курсов радиооператоров при ВКС в г. Тифлисе.


О-во ДРУЗЕЙ РАДИО СССР
СЕКТОР КОРОТКИХ ВОЛН

URS 477

Москва, 27 марта 1933 г.

УДОСТОВЕРЕНИЕ

Выдано тов. Ключареву О.С. в том, что он зарегистрирован СКВ ЦС ОДР СССР радио наблюдателем по приему коротких волн.

Приемной станции присвоены позывные URS 477

Адрес: ...

Зав. ... ОДР СССР

... СКВ ЦС ОДР СССР

Настоящее удостоверение не освобождает от регистрации приемника по линии Наркомсвязи.

Удостоверение радионаблюдателя, выданное Олегу Степановичу Ключарёву в 1933 г.

получил наблюдательский позывной URS-477.

В конце 1933 г. О. С. Ключарёв получает позывной eu3GM.

Олег Степанович Ключарёв (eu3GM).

В октябре—ноябре 1933 г. проходил тест трёх городов — Москвы, Ленинграда и Харькова, в котором eu3GM, набрав 282 очка, получил V премию [4].

<u>Примечание</u>.

— Фотография передатчика из журнала "Радиофронт" (1934, № 19, с. 45), на которой позывной О. С. Ключарёва искажён.

— Указанный на фотографии позывной (якобы U3DT) в 1934 г. не выдавался.

С 1934 г. и до призыва на службу в РККА Олег Степанович имел позывной U1AU.

В 1937 г. U1AU зимовал в Арктике — был начальником радиостанции, а позже — начальником радиостанции ледокольного парохода "Дежнёв".

С 1937 г. по 1938 г. находился в составе экспедиции от ААНИИ в Арктике (Чаунская Губа).

В 1939 г. О. С. Ключарёв был призван в РККА и служил в разных частях Черноморского ВМФ, включая службу на эскадренном миноносце "Беспощадный".



QSL Олега Степановича Ключарёва (U1AU).

Медаль "За отвагу".

Олег Степанович принимал участие в освобождении Севастополя. В 1943 г. он был награждён медалью "За отвагу".

По неизвестным автору причинам, некоторое время (до конца апреля 1944 г.) он был связистом 613-й отдельной штрафной роты Новороссийской отдельной морской стрелковой бригады. 1 мая 1944 г. приказом командира этой бригады О. С. Ключарёв был награждён орденом Красной Звезды, что дало ему возможность покинуть штрафную роту. Продолжил службу в школе связи Черноморского флота.

С января 1946 г. он работал в Балтийском морском пароходстве начальником передающей радиостанции. Окончил Ленинградское высшее инженерное морское училище им. адмирала С. О. Макарова (ЛВИМУ).

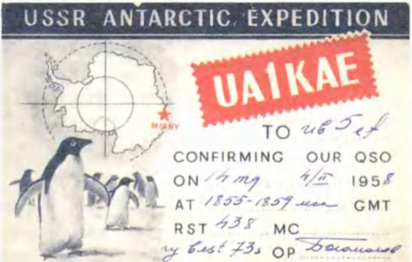
В 1959—1960 гг. работал в Антарктиде (станция "Мирный") в составе 5-й САЭ.

<u>Примечание</u>. Антарктическая станция "Мирный" была открыта 13.02.1956 г. во время 1-й САЭ. С 1956 г. и по 80-е годы в эфире звучал её позывной UA1KAE.

С 1964 г. по 1974 г. Олег Степанович был начальником службы радиосвязи и радионавигации Балтийского морского пароходства.



Передатчик О. С. Ключарёва в тесте трёх городов.



QSL радиостанции UA1KAE антарктической станции "Мирный".



Рисунок с почтового конверта.

Олег Степанович Ключарёв, 2009 г.

В 1976 г. О. С. Ключарёв получил позывной UA1AUX, а с 1987 г. — свой довоенный позывной (U1AU).

Олег Степанович был награждён знаком "Ветеран Балтийского морского пароходства" и значком "Почётный радист".



Знак "Ветеран Балтийского морского пароходства".

О. С. Ключарёв стал членом Международного радиоклуба "Арктика" (№ 163).

В 2015 г. в честь 120-летия радио Союз радиолюбителей России вручил нескольким ветеранам юбилейные значки и КВ-трансиверы. Среди них был и О. С. Ключарёв.

В декабре 2017 г. в Санкт-Петербурге состоялась презентация книги Хафиса Шахмаметьева "U1AU в эфире", которую, к сожалению, Олег Степанович уже не увидел...



Знак "120 лет радио".

По вполне естественным причинам изложенный материал не может претендовать на право абсолютной исторической истины, но автор обработал доступные ему материалы.



Книга Хафиса Шахмаметьева "U1AU в эфире".

ЛИТЕРАТУРА

1. **Члиянц Г.** SWLs — наша юность! — Львов, 2011, 128 с.

2. **Члиянц Г.** История ЛСКВ (1927—41 гг.). — С.-Петербург, 2015, 118 с.

3. **Сашенин Н.** U1AU — ветеран Великой Отечественной... — Радио, 2015, № 5, с. 55.

4. **Ситников**. Итоги тэст'а трёх городов. — Радиофронт, 1934, № 4, с. 47.

Простой КВ-усилитель мощностью 1 кВт на двух ГК-71

Вячеслав ФЕДОРЧЕНКО (RZ3TI), г. Дзержинск Нижегородской обл.

Многие радиолюбители конструируют мощные КВ-усилители на лампах прямого накала ГУ-13, ГК-71, ГУ-81М, не требующих обдува, недорогих, неприхотливых в эксплуатации, с высокой линейностью, а главное — готовых к работе через несколько секунд после подачи напряжения питания. При грамотном построении усилитель мощности (УМ) получается компактным, экономичным и удобным в эксплуатации. По предлагаемому описанию сделано более десятка УМ, которые показали отличные технические характеристики, хорошую повторяемость, простоту в налаживании и эксплуатации. Применяемая в усилителе защита от перегрузок и КЗ, "мягкое" включение и "спящий" режим работы позволили создать экономичный УМ с достойными характеристиками при минимальных габаритах и затратах. Такой УМ под силу собрать радиолюбителю средней квалификации.

Усилитель выполнен по схеме с общим катодом (**рис. 1**), которая хотя и несколько сложнее схемы с общей сеткой, поскольку требует подачи напряжения на экранные и управляющие сетки ламп, однако это усложнение с лихвой окупается меньшей мощностью входного сигнала (25...30 Вт), соответственно, облегчённым режимом работы трансивера и его полной независимостью от состояния выходной колебательной системы (ВКС) усилителя, в отличие от усилителя по схеме с общей сеткой. Выбранный оптимальный режим работы радиоламп позволил создать экономичный, малогабаритный, малошумящий УМ на двух лампах ГК-71 с высокой линейностью и отсутствием помех телевизионному приёму, с простой настройкой и стабильной работой. Анодное напряжение выбрано 2,7 кВ, при котором лампы работают надёжно и без прострелов, отдавая выходную мощность 1 кВт при напряжении на первой сетке 130 В и 700 В — на второй. Ввиду малого потребления по цепи питания экранных сеток обеих ламп (60...80 мА) применён выпрямитель с оксидными конденсаторами С29, С30 большой ёмкости. При этом изменения напряжения на второй сетке незначительны, что, учитывая весьма малую крутизну ламп ГК-71 по второй сетке, вполне приемлемо и не ухудшает линейность работы УМ в целом. Напряжение смещения на первой сетке ламп стабилизировано узлом на транзисторах VT4, VT5 и стабилитронах VD7, VD8. Стабилитрон VD8 ограничивает предел регулирования и максимальное напряжение на транзисторах. Ток покоя ламп УМ (100...120 мА) устанавливают подстроечным резистором R14.

В усилителе применена схема параллельного питания анодной цепи, как более надёжная, безопасная и привычная, при которой на элементах ВКС нет высокого напряжения, а уменьшение на 10...15 % выходной мощности на диапазоне 28 МГц не столь существенно!

На входе усилителя применены диапазонные входные колебательные контуры, переключаемые реле, которые обеспечивают согласование с КСВ не более 1,5 на всех диапазонах с любым трансивером, даже не имеющим встроенного тюнера.

Источник питания УМ собран на трансформаторах Т2 и Т3, выполненных на тороидальных магнитопроводах. Все выпрямители выполнены по схеме удвоения, а выпрямители напряжения смещения — утроения напряжения. Это

упрощает конструкцию трансформаторов и повышает их надёжность. При включении УМ в сеть цифровой вольтметр PV1 индицирует напряжение сети 230 В, подаваемое на первичные обмотки трансформаторов через галогенную лампу накаливания EL1, которая ограничивает ток на уровне 1 А, что обеспечивает "мягкое" включение УМ, продлевая жизнь лампам ГК-71 и другим элементам усилителя.

После зарядки конденсаторов высоковольтного выпрямителя C19—C28 часть напряжения через цепь резисторов R33—R36 поступает на узел автоматики и защиты, собранный на транзисторах VT6, VT7 и реле K13. Особенность этого узла — малый гистерезис срабатывания-отпускания реле K13. Если во вторичных цепях трансформаторов T2, T3 нет перегрузки и КЗ, а также высокое напряжение в норме, транзисторы VT6 и VT7 открываются, реле K13 срабатывает, контактами K13.1 замыкает лампу EL1, и на сетевые обмотки трансформаторов T2, T3 подаётся полное напряжение сети. В противном случае при КЗ и возникновении перегрузок в любых цепях УМ или обмотках трансформаторов T2, T3 напряжение на базе транзистора VT6 уменьшается, транзисторы закрываются, реле обе сточивается и трансформаторы подключаются к сети через галогенную лампу, которая работает как бареттер, ограничивая ток на уровне 1 А и предотвращая выход из строя элементов и УМ в целом! Применение галогенной лампы обусловлено её малыми габаритами и надёжностью. Если вместо неё применить резистор сопротивлением 30—50 Ом, то при КЗ через него будет идти ток более 5 А, что может привести к его выходу из строя! Узел на транзисторе VT1 служит для защиты от пробоя, подгорания пластин ротора-статора конденсатора переменной ёмкости C1 "Ант.", например, при обрыве антенны. Если напряжение на конденсаторе C1 превысит 300 В, оно через делитель R4R5 и диод VD2 поступит на базу транзистора VT1, который откроется, замыкая на общий провод базу транзистора VT6 и переводя питание сетевых трансформаторов T2, T3 через галогенную лампу EL1.

Рис. 1

Питание вентилятора M1 с номинальным напряжением 12 В осуществляется пониженным напряжением 8 В с выхода стабилизатора DA2. От стабилизатора DA1 с выходным напряжением 24 В питаются реле и другие цепи УМ.

В режиме ожидания на нити накала ламп подаётся пониженное напряжение накала 11 В, переключаемое контактами реле K2.2. В режиме "Настр." переключатель SA3 размыкает цепь питания стабилизатора напряжения первой сетки. Лампы закрываются, выходная мощность уменьшается до 500 Вт, и можно сколько угодно долго настраивать УМ. Работать в эфире в этом режиме нельзя!

Управление работой УМ осуществляет узел на транзисторах VT2, VT3. При замыкании на общий провод контакта на разъёме X1 "PTT" (ток в цепи — 15 мА) транзисторы открываются, срабатывают реле K1 и K2, коммутирующие входные/выходные цепи УМ. Через контакты реле K1.2 замыкается на общий провод стабилизатор напряжения первой сетки и УМ переходит в активный режим. Амперметр PA2 показывает ток покоя 100...120 мА, который, как было отмечено выше, регулируют подстроечным резистором R14. Если выключатель SA2 "Обход" разомкнут, питание на узел на транзисторах VT2, VT3 и реле K1, K2 не поступает, что исключает переход УМ в активный режим "TX", и сигнал с трансивера, минуя УМ, проходит в антенну, даже если УМ отключён от сети. Миллиамперметр PA1 показывает мощность приходящего с трансивера сигнала, а в режиме "TX" — выходную мощность. Шкала миллиамперметра PA1 отградуирована в ваттах. Узел измерения мощности расположен с обратной стороны разъёма XW1 "Ант." около его контактов. Он собран на трансформаторе тока T1, диоде VD1 и измеряет проходящий в антенну ток. Точность показаний на эквиваленте

VD14–VD23 10A10
C19–C30 330 мк × 450 В
C32 100 мк × 100 В
C33 22 мк × 250 В
C36 4700 мк × 25 В

R20–R29 220 к
VD24–VD26 1N4004

нагрузки 50 Ом — 5 %. Подстроечным резистором R8, ось которого выведена "под шлиц" на заднюю панель, по необходимости осуществляется калибровка измерителя мощности. Для облегчения теплового режима ламп в УМ установлены вентиляторы, работающие при пониженном напряжении питания на вытяжку почти бесшумно. Хотя если допустим нагрев корпуса УМ до 70...80 °С, их можно и не устанавливать. Вентилятор M2 включается автоматически термоконтактом SK1 на повышенные обороты только при достижении в ламповом отсеке корпуса температуры более 60 °С.

Резистор R37 предназначен для уменьшения нагрузки на лампы и высоковольтный выпрямитель при прострелах в лампах, которые иногда происходят, особенно если лампа долго не эксплуатировалась. Светодиод HL1 загорается при появлении тока первой сетки и сигнализирует о перегрузке по входу, что нежелательно и может привести к искажению сигнала. Автоматический выключатель SF1 с током срабатывания 10 А предохраняет УМ и срабатывает при КЗ в сетевых трансформаторах T2 и T3.

По приведённому описанию сделано более 15 усилителей. При грамотном исполнении и соблюдении монтажа проблем с налаживанием не возникало. Есть два варианта исполнения УМ. Первый вариант — "Классика" — собран в алюминиевом корпусе от аппарата физиотерапии УВЧ-66 размерами 500×300×300 мм (ширина × высота × глубина), прекрасно подходящем для такого УМ (**рис. 2**). На передней панели расположены вольтметр PV1, амперметр PA2, органы управления, индикации и контроля, выключатель SA4 "Сеть", переключатель диапазонов SA1, выключатели SA2 "Обход", SA3 "Настр.", кнопка "TX" и выведены ручки настройки "Анод" и "Ант.". На задней панели размещены ВЧ-разъёмы XW1 "Ант." и XW2 "Вход", клемма заземления, гнездо X1 "PTT", автоматический выключатель ВА47-29. Все разъёмы, конденсаторы переменной ёмкости, клемма заземления, блокировочный конденсатор C17 соединены между собой медной полосой толщиной 0,5 мм и шириной 15 мм. В подвале глубиной 80 мм расположены плата высоковольтных выпрямителей, плата входных контуров, плата управления.

Второй вариант усилителя собран в самодельном корпусе размерами 420× ×360×220 мм (глубина × высота × ширина), который сварен из уголка 15×15 мм, что придаёт корпусу необходимые жёсткость и прочность. Внутренний объём разделён пополам вертикальной перегородкой, которая, в свою очередь, разделена на высоте 220 мм от дна горизонтальным субшасси. В образовавшихся четырёх отсеках располагаются радиолампы, сетевые трансформаторы, платы и др. Необходимо отметить хороший доступ к любому блоку и улучшенное, по сравнению с классическим вариантом, охлаждение элементов УМ. На лицевой панели также расположены органы управления, индикации и контроля. Ось подстроечного резистора R8 выведена "под шлиц" на задней панели около разъёма "Ант.". Чуть ниже выведена также "под шлиц" ось подстроечного



Рис. 2

резистора R14. На задней панели установлены ВЧ-разъёмы XW1 "Ант." и XW2 "Вход", клемма заземления, гнездо X1 "PTT", вентиляторы M1, M2. Все ВЧ-разъёмы, клемма заземления, блокировочный конденсатор C17, конденсаторы переменной ёмкости соединены между собой медной полосой таких же размеров, что и в классическом варианте, проходящей по осевой линии между передней и задней панелями. Фотографии усилителя показаны на **рис. 3—рис. 6** (***рис. 5, рис. 6 на 3-й с. обложки***).

Катушка L1 намотана медной трубкой диаметром 5 мм на оправке диаметром 50 мм и содержит девять витков с шагом 12...15 мм. Отводы сделаны от третьего, четвёртого, шестого и восьмого витков, считая от вывода, который соединён с конденсатором C7. Катушка L2 намотана на каркасе из фторопласта диаметром 70 мм, длиной 130 мм. Она содержит 24 витка провода ПЭВ-2 2,5 мм, намотанных с шагом 5 мм. Отводы сделаны от второго, восьмого и 16-го витков, считая от вывода, соединённого с катушкой L1.

Анодный дроссель L5, как в УМ "Америтрон", намотан на керамическом каркасе диаметром 24 мм, длиной 180 мм, проводом ПЭТВ-0,35 виток к витку, секционно и содержит 82+55+42 витков, расстояние между секциями — 20 мм. Антипаразитные дроссели L3, L4 намотаны нихромовой проволокой диаметром 1,3 мм на оправке диаметром 7 мм и содержат по пять витков.

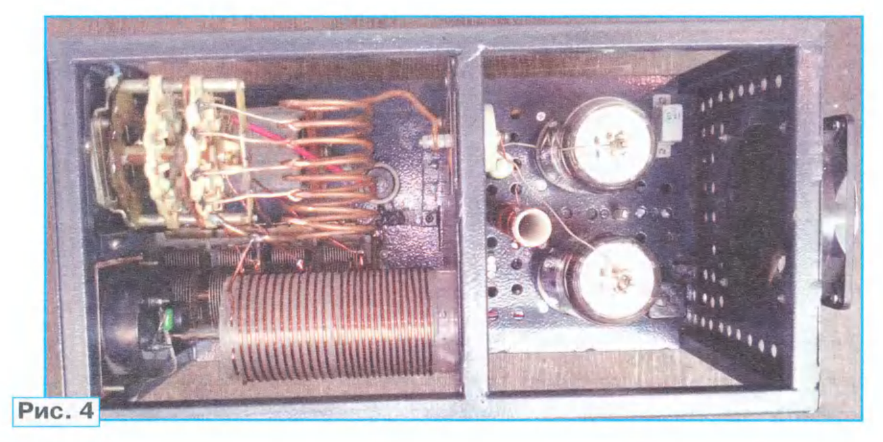
Плата входных колебательных контуров размерами 130×120 мм изготовлена из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 2 мм. Катушки входных контуров — бескаркасные, намотаны на оправке диаметром 15 мм проводом ПЭВ-2 диаметром 1,4...1,5 мм для диапазонов 14—28 МГц и диаметром 0,8...0,9 мм на остальные диапазоны и распаяны на печатной плате со стороны контактов реле РЭС9. Катушки содержат: для диапазона 28 МГц — пять витков, отвод сделан от первого витка (отводы у всех контурных катушек указаны, считая от вывода, соединённого с общим проводом); для диапазона 24 МГц — семь витков, отвод сделан от второго витка; для диапазона 21 МГц — девять витков, отвод сделан от третьего витка; для диапазона 18 МГц — десять витков, отвод сделан от третьего витка; для диапазона 14 МГц — 12 витков, отвод сделан от четвёртого витка, ёмкость контурного конденсатора — 20 пФ; для диапазона 10 МГц — 13 витков, отвод сделан от четвёртого витка, ёмкость контурного конденсатора — 56 пФ; для диапазона 7 МГц — 17 витков, отвод сделан от седьмого витка, ёмкость контурного конденсатора — 120 пФ; для диапазона 3,6 МГц — 32 витка, отвод сделан от девятого витка, ёмкость контурного конденсатора — 300 пФ; для диапазона 1,9 МГц — 38 витков, отвод сделан от десятого витка, ёмкость контурного конденсатора — 750 пФ. Заметьте, что у контурных катушек диапазонов 18—28 МГц нет конденсаторов. Подстройка контуров осуществляется сжатием-растяжением витков катушек, которые затем закрепляют клеем БФ-2 или компаундом.

Если УМ планируется эксплуатировать в домашних условиях, без участия в длительных контестах, можно на месте трансформатора T2 использовать ЛАТР-1М/9А с "родной" сетевой обмоткой, габаритная мощность которого — 1,3...1,4 кВт. Ток холостого хода



Рис. 3

у него не должен превышать 0,25...0,3 А при напряжении сети 230 В. Обмотки трансформатора содержат: сетевая (I) — 240 витков провода ПЭТВ-2 диаметром 1,2...1,3 мм; высоковольтная обмотка


Рис. 4

(II) — 1150 витков провода — ПЭТВ-2 диаметром 0,7 мм (напряжение 1100 В); обмотка экранной сетки (III) — 285 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,45 мм (напряжение 270 В). Если УМ предполагается использовать для контестов, необходимо у трансформатора T2 увеличить габаритную мощность до 2 кВт.

Сетевой трансформатор T3 габаритной мощностью 150...200 Вт намотан на тороидальном магнитопроводе от источника бесперебойного питания с внешним диаметром 100...105 мм, высотой 45...50 мм. Сетевая обмотка оставлена, обмотка II намотана проводом ПЭТВ-2 диаметром 0,25...0,35 мм, напряжение холостого хода (без нагрузки) — 50...55 В, обмотка III намотана проводом ПЭТВ-2 диаметром 1,3...1,4 мм, напряжение холостого хода — 2×12 В.

ВЧ-трансформатор тока (T1) выполнен на ферритовом кольце типоразмера K20×10×5 марки 400НН. Обмотка II содержит 20 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,5...0,6 мм. Обмоткой I служит провод, пропущенный через кольцо, который соединяет разъём XW1 "Ант." и контакты реле K2.1.

Реле K1 — РЭН33 исполнения РФ4.510.021-02, K2 — РЭН34 исполнения ХП4.500.000-01 (ХП4.500.000-02), K13 — серии T90 фирмы TE Connectivity с обмоткой на номинальное напряжение 24 В, K3—K12 — РЭС9 исполнения РС4.529.029-00 (РС4.529.029-01, РС4.529.029-07, РС4.529.029-09). Вентилятор M1 — постоянного тока на номинальное напряжение 12 В диаметром 78 мм от компьютерного блока питания. Вентилятор M2 — размерами 125×125×37 мм на номинальное напряжение 24 В. Микроамперметр PA1 — с током полного отклонения 1 мА, у которого шкала проградуирована в киловаттах, а PA2 — с током полного отклонения 1 А. Конденсатор переменной ёмкости C1 — от радиоприёмника "Балтика" с зазором 0,5...0,6 мм с максимальной ёмкостью 1000—1200 пФ, можно применить другой с аналогичными параметрами. Анодный конденсатор переменной ёмкости C2 — от аппарата физиотерапии УВЧ-66, использована одна секция. Конденсаторы C7 и C17 — КВИ-3, C5, C8, C9 — К15У-1, К15У-2. Оксидные конденсаторы — импортные. В высоковольтном выпрямителе-удвоителе соединены последовательно десять конденсаторов (их ёмкость может быть 330—680 мкФ на номинальное напряжение 400—450 В), которые для выравнивания напряжения зашунтированы резисторами R20—R29 сопротивлением 220 кОм мощностью рассеяния 2 Вт. Конденсаторы C29, C30 могут быть ёмкостью 330—680 мкФ на номинальное напряжение 400 В. Конденсаторы обвязки ламп (C11—C15), входных контуров (C41—C45) — КСО, КТ, блокировочные — серии К78. Переключатель диапазонов SA1 применён от радиостанции Р-130, он подвергся модернизации: введён общий посеребрённый контакт токосъёма, после чего переключатель выдерживает выходную мощность 2...2,5 кВт. Сделана фиксация на десять положений и общие подвижные контакты второй и третьей галет соединены по оси с корпусом переключателя, что поз-

волило коммутировать дополнительные конденсаторы диапазонов 1,9, 3,6 и 7 МГц (SA1.2 и SA1.3).

Резисторы R9, R10 — С5-5, С5-16в или нихромовая проволока диаметром 0,4...0,5 мм длиной 100...120 мм, резистор R11 — безындукционный ТВО5-20 или несколько МЛТ-2, соединённых последовательно, резистор R6 — безындукционный, резистор R37 — ПЭВ-20 или ПЭВ-25 сопротивлением 27—36 Ом. Подстроечные резисторы — СП4-1. Резистор R19 составлен из двух МЛТ-2. Остальные резисторы — МЛТ мощностью рассеяния 0,25—0,5 Вт.

В усилителе применены диоды: VD14—VD23 — 10А10, отлично себя зарекомендовавшие, надёжные, не требующие шунтирования, VD1, VD2 — серии КД521, остальные VD3—VD6, VD9—VD13 и VD24—VD26 — 1N4004 или любые кремниевые выпрямительные с допустимым обратным напряжением 400 В и допустимым током 1 А. Стабилитрон VD7 — КС620А или 2С920А, VD8 — Д816Г, Д816Д.

Галогенная лампа — от прожектора, мощностью 300 Вт, диаметром 8 и длиной 115 мм. Лампа установлена в штатный керамический держатель с обратной стороны передней панели УМ так, чтобы в отверстие диаметром 5 мм на передней панели, в которое вставлен прозрачный светодиод, было видно её свечение.

Налаживают усилитель в такой последовательности. Сначала, отсоединив от сети первичную обмотку трансформатора Т2, проверяют наличие напряжения накала ламп ГК-71 (~22 В), работу выпрямителя на диодах VD12, VD13, выходное напряжение стабилизатора DA1 (+24 В) и DA2 (+8 В). Проверяют работу вентиляторов, работу узла управления, чтобы при замыкании контакта разъёма X1 на общий провод чётко срабатывали реле К1, К2. Далее проверяют работу выпрямителя на диодах VD9—VD11 и работу узла стабилизатора напряжения первой сетки ламп, которое должно регулироваться в пределах 120—170 В подстроечным резистором R14. Ток через контакты К1.2 на общий провод должен быть 15 мА, его устанавливают подбором резистора R19. Затем проверяют работу узла защиты, для чего, не отпаивая резисторы R33—R36, подают на базу транзистора VT6 через резистор сопротивлением 27—36 кОм напряжение +24 В и добиваются чёткого срабатывания реле К13 при изменении сопротивления подстроечного резистора R30.

Проверяют работу прибора РА1, который должен даже при отключённом от сети УМ показывать проходящий в антенну сигнал с трансивера мощностью 50...100 Вт. Усилитель при этом необходимо нагрузить на эквивалент нагрузки 50 Ом или на лампу накаливания 220 В.

Если всё работает и напряжение накала ламп ГК-71 переключается при подаче сигнала управления, подключают сетевую обмотку трансформатора Т2 (обмотка II должна быть полностью отключена!) и проверяют наличие напряжения экранной сетки в пределах 700...750 В. Далее подают напряжение с обмотки III на анодный высоковольтный выпрямитель-удвоитель, проверяя его работу, чтобы на выходе было напряжение 700...750 В и напряжения равномерно распределялись на конденсаторах С19—С28. В противном случае заменяют конденсаторы! И только после этого подключают высоковольтную обмотку (II), соблюдая меры предосторожности! Движок подстроечного резистора R30 должен находиться в крайнем нижнем по схеме положении.

Если всё исправно работает, в режиме "ТХ" должен появиться регулируемый подстроечным резистором R14 ток покоя 20...200 мА. Крайне важно проверить усилитель на отсутствие самовозбуждения, о чём свидетельствуют резкие скачки тока анода и срабатывание автоматики защиты (реле К13) в режиме "ТХ" при рабочем токе покоя (100...120 мА) на всех диапазонах и при различных положениях роторов конденсаторов С1 "Ант." и С2 "Анод". Только после устранения самовозбуждения, если таковое имеется (!), можно приступать к дальнейшей настройке УМ.

Настройку входных контуров нужно производить при выключенном из сети УМ, подавая с трансивера при отключённом тюнере сигнал мощностью 5...10 Вт, по минимуму КСВ трансивера, начиная с диапазона 28 МГц, сжатием-раздвижением витков катушек соответствующего диапазона, после чего, увеличив выходную мощность трансивера до 25...30 Вт, окончательно подстраивают контуры. Подключив к выходу УМ эквивалент нагрузки сопротивлением 50 Ом и мощностью 1,5...2 кВт, а к корпусу УМ — защитное заземление, приступают к настройке ВКС подбором отводов катушки L1, подавая на вход усилителя сигнал мощностью 5...10 Вт, начиная с диапазона 28 МГц, на котором отвод катушки L1 должен быть от второго-третьего витка; на диапазоне 24 МГц — от третьего-четвёртого витка; на диапазоне 21 МГц — от четвёртого-пятого витка; на диапазоне 18 МГц — от пятого-шестого витка и на диапазоне 14 МГц — от восьмого-девятого витка. Нормально замкнутые контакты реле К3 постоянно замыкают катушку диапазона 1,9 МГц, кроме работы на этом диапазоне. При тщательной настройке после подачи сигнала от трансивера мощностью 30 Вт, выходной мощности УМ — 1 кВт, токе анода — 750...800 мА подавление гармоник сигнала, измеренное импортным анализатором спектра 8890А, на ВЧ-диапазонах составило не менее 40 дБ и 50 дБ — на НЧ-диапазонах. ■

Блок управления "лисой"

В. АФОНИН, пос. Стрельна, Санкт-Петербург

В соревнованиях "Охота на лис" используются несколько "лис" — передатчиков, которые включаются по очереди. Для того чтобы не было одновременной работы нескольких "лис", для каждой из них нужен соответствующий блок управления. Предлагаемый блок управления "лисами" выполнен на микроконтроллере и предназначен для синхронной работы пяти "лис". Синхронизация происходит при одновременном включении "лис", которые будут работать на дистанции.

В качестве микроконтроллера можно использовать младшее семейство PIC12Fxxx (PIC12F675, PIC12F683). Блок управления обеспечивает задержку включения передатчика в зависимости от номера "лисы" и работу по алгоритму: передача сигнала в соответствии с номером "лисы" в течение 55 с и следующее включение через 4 мин 5 с. Задержка 5 с необходима для исключения одновременной работы соседних "лис".

Схема блока управления показана на **рис. 1**. Установкой одной из перемычек S1—S6 выбирают режим работы передатчика: "лиса" с номером на дистанции или "приводная" на старте. S1 — "лиса" № 5, S2 — "лиса" № 4 и т. д., S6 — "приводная" на старте. Программа при включении определяет номер "лисы" и задаёт интервал включения передачи сигнала и передаваемый в эфир код передатчика.

Микроконтроллер с вывода 6 (схема на рис. 1) с помощью транзисторов VT1 и VT2 подаёт питание на передатчик на 55 с, а с вывода 5 выдаёт сигналы кода Морзе, модулированные частотой 500 Гц в соответствии с номером "лисы". Светодиод HL1 помогает при установке времени и в готовом изделии может отсутствовать. Вместо переставляемой перемычки можно впаять постоянную, если нет необходимости в оперативной замене. Если не нужна модуляция 500 Гц, в программе её можно заменить на передачу кода Морзе без модуляции. Для обеспечения стабильной работы во времени во всех блоках применяется кварцевый резонатор с частотой от 4 до 10 МГц.

При использовании кварцевого резонатора с частотой не более 4,19 МГц для задания интервалов работы "лис" удобно использовать период в полсекунды. Поэтому можно применить шестнадцатиразрядный таймер1 с предделителем на восемь. Для кварцевого резонатора частотой 4 МГц тактовый период будет 1 мкс, и получим период таймера 65536×8 = 524288 мкс. Чтобы уменьшить период, нужно заставить таймер считать быстрее, это достигается предварительной записью в регистр таймера числа, на которое нужно уменьшить период. В этом случае таймер начнёт считать не с нуля, а с этого числа. При задержке в 500 мс с предделителем на восемь нужно, чтобы таймер считал по 500000/8 = 62500 тактов. Значит, в него нужно записать число

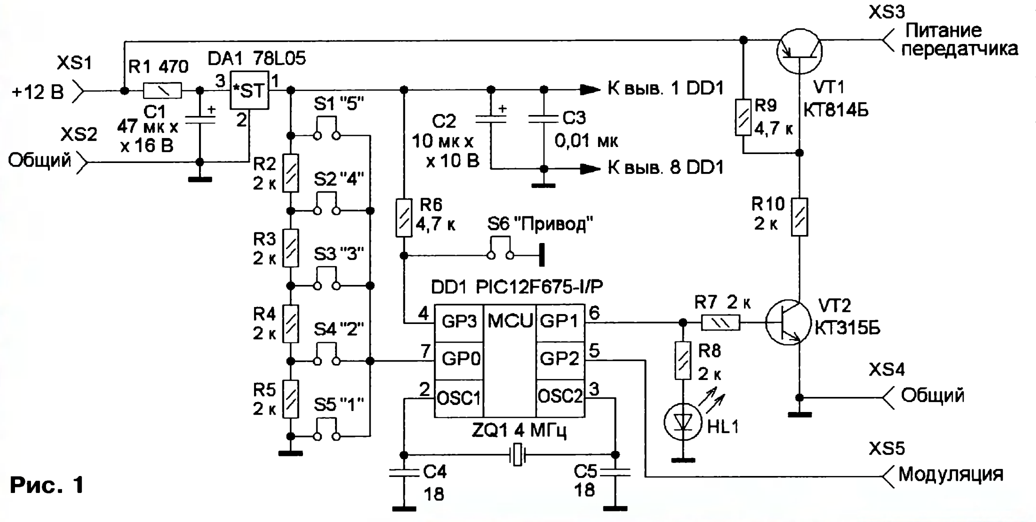


Рис. 1

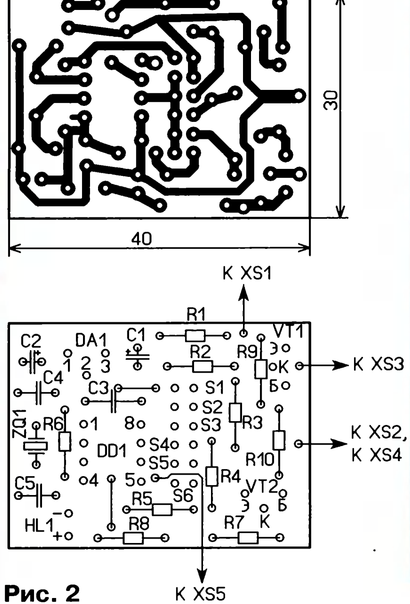


Рис. 2

Рис. 3

65536 – 62500 = 3036. Но есть ещё задержки в программе при работе с таймером. По моим прикидкам это 23—26 тактов, т. е. Tmr1_in = 3036 + 24 = 3060.

В реальности частота кварцевого резонатора не равна 4 МГц, поэтому запускается программа, включается секундомер и на достаточно большом промежутке времени определяется уход таймера. По результатам вносится корректировка Tmr1_in.

Для этого можно использовать "лису" № 1, и при включении питания запускают секундомер. По зажиганию светодиода можно определить время работы передатчика: 55 с светит — идёт передача. Период между зажиганиями светодиода — 5 мин. Можно подождать шесть периодов, это должно быть 30 мин, и по секундомеру определить расхождение, а потом рассчитать поправку.

При налаживании у "лисы" за 30 мин отклонение составило –8 с. Определим, сколько было недосчитано миллисекунд за 8 с: Δ = 8/(30×60) — получаем 4,44 мс на секунду. Поскольку таймер считает по полсекунды с предделителем на 8, поэтому 4,44/(2×8) получаем 278 мкс на период. Чтобы получить от таймера ровно 500 мс, нужно заставить его считать каждый период на 278 мкс дольше. Для этого следует уменьшить Tmr1_in на 278, т. е. Tmr1_in = 3036 – 278= = 2758.

Тут простая зависимость: если промежуток времени меньше расчётного, нужно уменьшить число, записываемое в таймер (период таймера увеличится), и, наоборот, если промежуток времени больше расчётного, то нужно увеличить число, записываемое в таймер (период таймера уменьшится). Отклонение частоты кварцевого резонатора от 4 МГц на каждые 1 кГц будет давать отклонение времени немного меньше 1 с в час и необходимость изменять число, записываемое в таймер1, на 18.

Если частота кварцевого резонатора больше 4,194 МГц, нужно перейти на период таймера в 250 мс и увеличить вдвое константы, задающие интервалы, а число для записи в таймер1 вычислять по-другому. Для задержки в 250 мс при предделителе на восемь нужно, чтобы таймер считал по 250000/8 = 31250 тактов. Значит, в него нужно записать число 65536 – – 62500 = 34286 и дальше уточнять по результатам замеров полученных интервалов. Для кварцевого резонатора больше 8,3 МГц нужно перейти на период таймера в 200 мс и корректировать все константы в программе.

Возможен вариант с прошивкой "лисы" сразу со своим номером, тогда перемычки не нужны, и можно применить микроконтроллер без АЦП, но необходимо иметь шесть разных прошивок и маркировать "лисы" сразу после прошивки, а для "приводной лисы" не нужно настраивать время по таймеру1.

Все элементы смонтированы на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм. Чертёж платы и размещение элементов на ней показаны на **рис. 2**. Применены резисторы МЛТ, С2-23, оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные, остальные — керамические К10-17 или импортные. Транзистор КТ315Б можно заменить любым транзистором серии КТ315 или КТ3102 (у него другая цоколёвка). Транзистор КТ814Б можно заменить любым транзистором серий КТ814, КТ816. Светодиод может быть любого свечения, маломощный.

Программа для микроконтроллера написана в бесплатном варианте MikroC Pro, проект для микроконтроллера PIC12F675 и кварцевого резонатора с частотой 4 МГц — файл MicroC_Fox.zip. Загрузить версию MikroC Pro 6.6.3 можно по адресу <**https://download.mikroe.com/setups/compilers/mikroc/pic/mikroc-pic-setup-v663.zip**>. Последняя версия MikroC Pro 7.60 стала более громоздкой и даёт больший объём бинарного кода, что плохо в связи с ограничением бесплатного использования в 2 Кбайт выходного кода.

Файл DT_fox.zip — схема и печатная плата (**рис. 3**) разработаны в программе DipTrace 4.2.0.1, бесплатный вариант для радиолюбителей, которую можно загрузить по адресу <**https://diptrace.com/rus/download/download-diptrace/**>.

***От редакции**. Программа и файлы для программирования микроконтроллера, чертёж печатной платы в авторском варианте, а также в формате Sprint-Layout находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2022/02/fox.zip** на нашем FTP-сервере.*

Датчик движения на ультразвуковом дальномере HC-SR04

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Наверное, многим знаком ультразвуковой дальномер HC-SR04 (Ultrasonic Ranging Module HC-SR04), далее дальномер HC-SR04 [1]. Он снабжён двумя ультразвуковыми преобразователями-излучателями, один — передающий, второй — приёмный, а принцип работы основан на том, что один преобразователь излучает короткий сигнал, а второй принимает отражённый от какого-либо объекта сигнал. Измерив временной промежуток между излучённым и отражённым сигналами и зная скорость звука, можно определить расстояние до этого объекта. Наиболее широко дальномер HC-SR04 используется совместно с микроконтроллерами и, в частности, с платформой Arduino как дальномер или датчик приближения [2, 3], но существуют также варианты его использования без микроконтроллера [4—7].

Дальномер HC-SR04 можно использовать и для построения датчика движения. Для этого надо постоянно контролировать расстояние до объекта, и если оно меняется, значит, он движется. Но и в этом случае также можно обойтись без платы Arduino или другого микроконтроллера. Схема такого устройства показана на **рис. 1**. Дальномер HC-SR04 работает в штатном режиме. На ОУ DA1.1 собран генератор запускающих импульсов с длительностью несколько микросекунд и периодом следования около 130 мкс. Период следования импульсов определяется в основном постоянной времени цепи R4C2, а длительность импульса — цепью R6VD1C2. Эти импульсы поступают на вход Trig дальномера HC-SR04. По спаду каждого импульса дальномер излучает пачку из восьми ультразвуковых зондирующих импульсов на частоте 40 кГц. Через 1 мкс после окончании пачки зондирующих импульсов на выходе Echo дальномера появится высокий логический уровень, который сменится на низкий, когда в приёмник попадёт отражённый от объекта сигнал. Таким образом, длительность импульса на выходе Echo зависит от расстояния до препятствия. Измерив длительность этого импульса и проведя несложные расчёты, можно определить это расстояние. Так обычно и происходит в устройствах, собранных на дальномере HC-SR04 и микроконтроллере (или плате семейства Arduino). По результатам измерения принимается какое-либо решение. Если это расстояние меняется, можно сделать вывод о том, что объект перемещается. Если отражённого сигнала не будет или он будет ниже порога обнаружения дальномера, длительность импульса будет равна 38 мс. Поэтому период следования запускающих импульсов должен быть не менее 50 мс.

Рис. 1

В этом устройстве используется аналоговый способ преобразования выходного сигнала дальномера HC-SR04. Импульсы напряжения с выхода Echo поступают на интегрирующую цепь R7C5. Напряжение на конденсаторе C5 будет равно среднему значению напряжения этих импульсов. Если до объекта, который отразил сигнал, небольшое расстояние, длительность импульсов невелика, поэтому напряжение на конденсаторе мало. По мере увеличения расстояния до объекта длительность импульсов растёт, а напряжение на конденсаторе C5 увеличивается. При изменении расстояния напряжение на конденсаторе изменяется. Переменная составляющая напряжения через конденсатор C6 поступает на инвертирующий вход ОУ DA1.2, на котором собран

компаратор. Образцовое напряжение компаратора поступает с движка подстроечного резистора R9 на неинвертирующий вход этого ОУ. На инвертирующий вход также поступает постоянное напряжение с резистивного делителя R1R5. В исходном состоянии напряжение на инвертирующем входе ОУ DA1.2 превышает напряжение на неинвертирующем, поэтому на выходе этого ОУ будет напряжение, близкое к нулю.

Когда появится движущийся объект, на инвертирующий вход поступит переменная составляющая напряжения. В моменты, когда напряжение на этом входе будет меньше напряжения на неинвертирующем входе, компаратор станет переключаться в состояние с высоким логическим уровнем на выходе. В результате на выходе ОУ DA1.2 будет случайная последовательность импульсов, сигнализирующих о движущемся объекте.

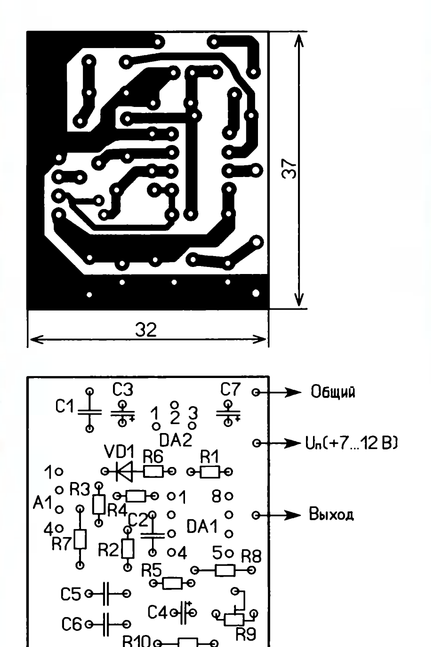


Рис. 2

Напряжение питания дальномера HC-SR04 и ОУ стабилизировано интегральным стабилизатором напряжения DA2. Оксидные конденсаторы служат для подавления пульсаций и помех по цепям питания. Питается устройство от батареи напряжением 7...12 В. Это может быть батарея "Крона" (6F22) или батарея, составленная из нескольких гальванических элементов или аккумуляторов, а также сетевой источник питания, потребляемый устройством ток — 6,3 мА.

Большинство деталей размещены на односторонней печатной плате из стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм, чертёж которой и схема размещения на ней элементов показаны на **рис. 2**, монтированная плата показана на **рис. 3**, а вместе с дальномером HC-SR04 — на **рис. 4**. Применены постоянные резисторы МЛТ, С2-23, подстроечный — СП3-19, оксидные конденсаторы — К50-35 и импортные, остальные — плёночные или керамические. Диод — любой маломощный кремниевый импульсный. Для подключения дальномера HC-SR04 можно применить гнёзда из серии PSB.

Рис. 3


Чувствительность датчика устанавливают подстроечным резистором R9. Чтобы локализовать область, которую контролирует датчик, и уменьшить помехи от посторонних объектов, на ультразвуковые преобразователи дальномера HC-SR04 можно надеть изготовленные из картона трубки длиной несколько сантиметров и диаметром, соответствующим диаметру преобразователя. В этом случае область пространства, в которую будут попадать излучаемые ультразвуковые сигналы, сократится. Дальность действия датчика будет меньше максимальной дальности дальномера HC-SR04.

Для индикации срабатывания датчика к его выходу можно подключить световой индикатор — светодиод или акустический — излучатель со встроенным генератором (**рис. 5,а** и **рис. 5,б**). Светодиод может быть любого свечения маломощный, яркость свечения можно изменить подборкой резистора R1 в интервале от 100 Ом до нескольких килоом. Звуковой излучатель — маломощный с напряжением питания 5...6 В.

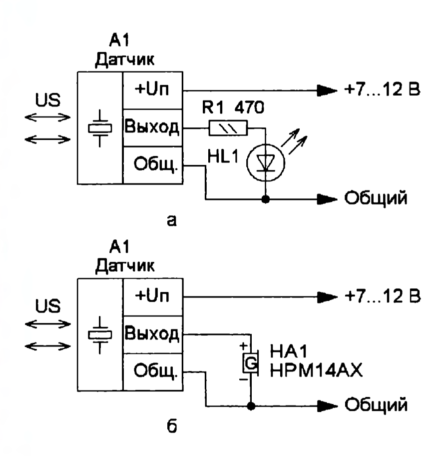
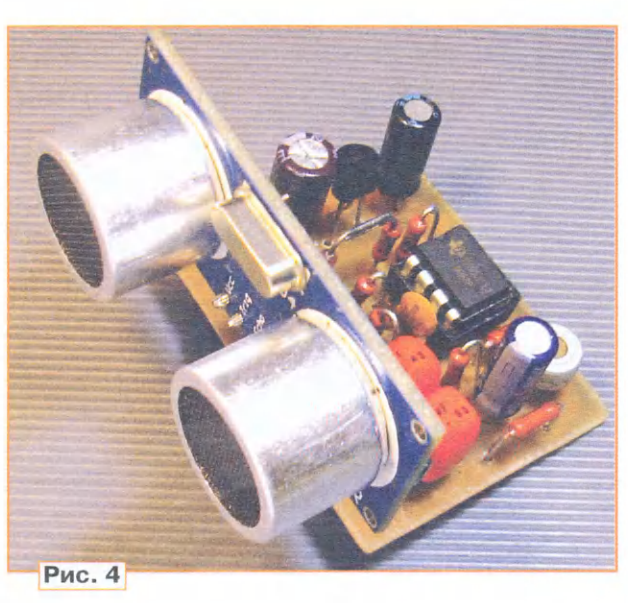


Рис. 5

Этот датчик можно использовать для подачи сигнала тревоги или включения осветительного прибора. Но его выходной сигнал не всегда для этого подходит, например, для включения на какое-то время осветительного прибора или сигнала тревоги. В этом случае потребуется формирователь, схема которого показана на **рис. 6**. Нумерация элементов продолжена. Формирователь представляет собой одновибратор (формирователь одиночного импульса), который запускается выходным сигналом датчика движения. Происходит это так. Сигнал с выхода на верхний по схеме вход логического элемента DD1.1 (вывод 2) поступает через ФНЧ R11C8, который подавляет короткие одиночные импульсы. Одновременно на этот вход через резистор R12 поступает постоянное напряжение смещения, которое повышает чувствительность одновибратора.


Рис. 4

В исходном состоянии конденсатор C9 разряжен, а C8 заряжен примерно до трети напряжения питания (в данном случае около 4 В), что меньше напряжения переключения логического элемента DD1.1. Поэтому на выходе этого элемента будет лог. 1, а на выходе элемента DD1.2 лог. 0. Транзистор VT1 закрыт, и нагрузка обесточена. Когда на выходе компаратора появляется серия импульсов, конденсатор C8 заряжается до напряжения переключения логического элемента DD1.1, и на его выходе появляется лог. 0, а на выходе элемента DD1.2 — лог. 1. Транзистор VT1 открывается, и на его нагрузку поступает питающее напряжение. В качестве нагрузки можно использовать светодиодный светильник (светодиодную ленту) с номинальным напряжением 12 В или акустический излучатель (сирену) со встроенным генератором. Одновременно лог. 1 через конденсатор C9 поступает на нижний по схеме вход элемента DD1.1, и одновибратор остаётся в таком состоянии до тех пор, пока конденсатор C9 зарядится примерно до половины напряжения питания. После этого одновибратор переключится, транзистор VT1 закроется и нагрузка обесточится. Конденсатор C9 быстро разрядится через выход элемента DD1.2 и встроенный защитный диод, они установлены на входе каждого элемента этой микросхемы. После этого одновибратор снова готов к срабатыванию. Чертёж печатной платы датчика с одновибратором показан на **рис. 7**. Здесь можно применить переключательный полевой транзистор, который обеспечивает требуемый ток нагрузки.

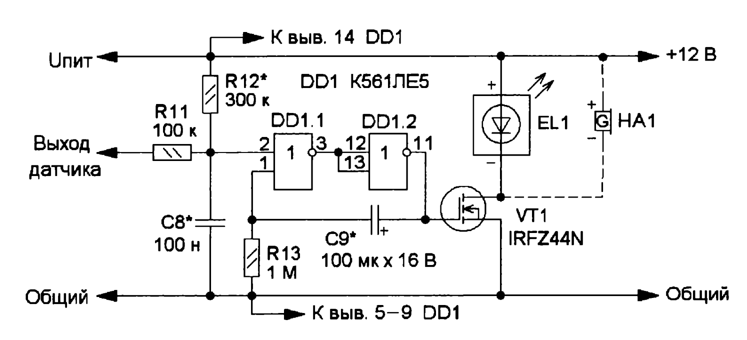
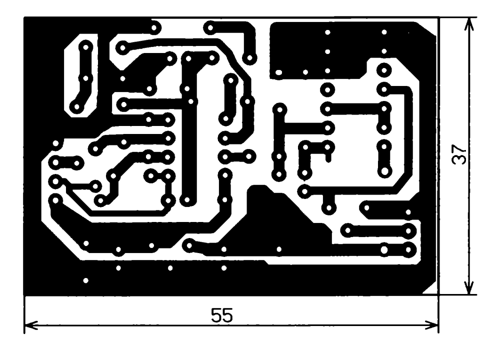


Рис. 6



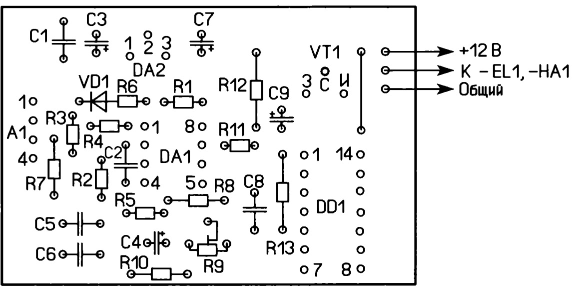


Рис. 7

Следует учитывать, что этот датчик будет фиксировать движение на расстоянии меньшем, чем расстояние до объекта, от которого пришёл первый отражённый сигнал. Например, если отражённый сигнал пришёл от дверного проёма, а движение происходит за ним, дальномер HC-SR04 будет фиксировать расстояние до проёма, которое не изменяется, то есть реакции на такое движение не будет. Но это свойство может быть как недостатком, так и преимуществом, в зависимости от назначения устройства.

Причём этот датчик более чувствителен к приближению объекта, чем к его удалению. Дело в том, что при отсутствии движения длительность импульса на выходе Echo дальномера A1 будет постоянной, значит, и напряжение на конденсаторе C5 не меняется. В идеальном случае при приближении объекта длительность импульса на выходе Echo будет уменьшаться, значит, будет уменьшаться напряжение на конденсаторе C5 и на инвертирующем входе ОУ DA1.2, поэтому на это время компаратор переключится в состояние с высоким уровнем на выходе. Опять же, в идеальном случае при удалении объекта длительность импульса на выходе Echo будет увеличиваться, значит, будет увеличиваться и напряжение на конденсаторе C5. Это увеличение поступит на инвертирующий вход ОУ DA1.2, поэтому состояние компаратора не изменится (ноль на выходе). Однако в реальности в обоих случаях изменение длительности импульса на выходе Echo будет носить частично случайный характер, в основном из-за особенностей движения объекта. Например, человек идёт и двигает руками. Но по принципу работы этот датчик более чувствителен к приближению объекта. Чтобы сделать его одинаково чувствительным при приближении и удалении объекта, взамен обычного надо применить двухпороговый компаратор, чтобы он переключался как при увеличении, так и уменьшении напряжения. Такой компаратор можно сделать не только на основе ОУ, но и на других элементах с пороговыми свойствами, например, параллельных стабилизаторах напряжения серии КР142ЕН19 или её зарубежного аналога — микросхем серии TL431 и её клонов [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Ultrasonic Ranging Module HC-SR04. — URL: **https://lib.chipdip.ru/092/DOC001092302.pdf** (24.12.21).

2. Ардуино: ультразвуковой дальномер HC-SR04. — URL: **https://robotclass.ru/tutorials/arduino-sonic-hc-sr04/** (24.12.21).

3. Автоматический выключатель света на микроконтроллере. — URL: **http://www.texnic.ru/konstr/avtomatika/001/avtomatika031.html** (24.12.21).

4. **Нечаев И.** Ультразвуковой дальномер HC-SR04 без микроконтроллера. Часть 1. Сигнализаторы присутствия. — Радио, 2018, № 4, с. 59—62.

5. **Нечаев И.** Ультразвуковой дальномер HC-SR04 без микроконтроллера. Часть 2. Аналоговая "линейка". — Радио, 2018, № 5, с. 55, 56.

6. **Нечаев И.** Ультразвуковой дальномер HC-SR04 без микроконтроллера. Часть 3. Выключатель освещения. — Радио, 2018, № 6, с. 57, 58.

7. **Нечаев И.** Измеритель уровня жидкости на основе ультразвукового дальномера HC-SR04. — Радио, 2019, № 1, с. 34—36.

8. **Нечаев И.** Индикатор на двухпороговом компараторе. — Радио, 2021, № 5, с. 15, 16.

__От редакции__. Чертежи печатных плат имеются по адресу __ftp://ftp.radio.ru/pub/2022/02/HC-SR04-mov.zip__ на нашем FTP-сервере.

Робот "Глазки-подсказки"

Д. МАМИЧЕВ, пос. Шаталово Смоленской обл.

Концепцию этого игрового робота (**рис. 1**) подсказал фразеологизм "идти куда глаза глядят". Робот двигается псевдохаотическим образом с паузами, совершая шаги-рывки вперёд, назад, развороты влево или вправо. При этом его будущие шаги можно предсказать, взглянув в "глаза" игрушки. Соответствие движений и позиций глаз поясняет **рис. 2**. По порядковому номеру картинок реализуются движе-

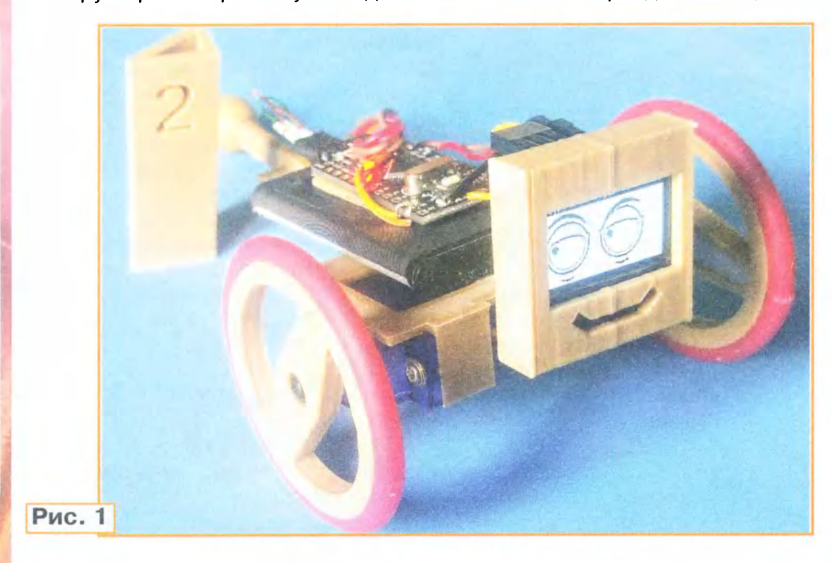


Рис. 1

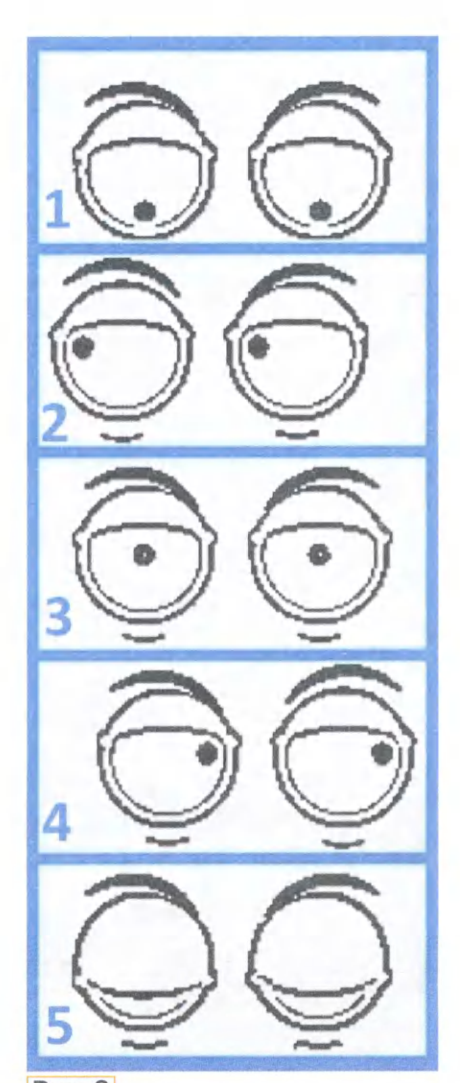


Рис. 2

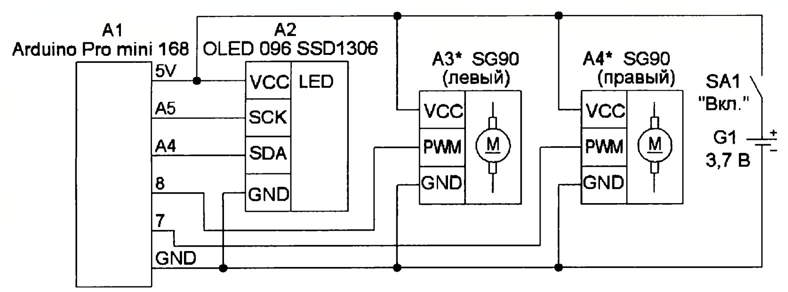


Рис. 3

ния: вперёд, вправо, на месте, влево, назад.

Схема игрушки показана на **рис. 3**. Модуль A1 — клон платы Arduino Pro mini, реализованный на чипе ATmega 168. Он управляет работой oled-экрана A2 и сервоприводов SG90 (модули A3, A4). Сервоприводы переделаны под приводы постоянного вращения. О том, как это сделать, подробнее описано в статье [1]. Питается конструкция от литиевого аккумулятора, извлечённого из старого телефона.

Конструкцию робота поясняет **рис. 4**. Детали шасси распечатаны на 3D-принтере. Дисплей вставляют в футляр 1, закрывая его крышкой 2. Пару ободов для колёс 3 крепят через качалки на валы сервоприводов, фиксируя их винтами-саморезами. Сами приводы крепятся такими же винтами к основе 5. В ней имеются два паза — для фиксации третьей опоры-шара 4 и футляра 1. Покрышки колёс изготовлены из отрезков резинового шнура от скакалки и склеены в тороид с помощью "секундного" клея. Их длины определяются опытным путём по укладке в канавке обода колеса.

Ресурсы используемого микроконтроллера ограничены. Поэтому для вывода графики на дисплей не использовались стандартные библиотеки для ssd1306. Для них всех характерно использование копии буфера экрана в ОЗУ микроконтроллера. Автор использовал библиотеку Ардуино Wire для связи микроконтроллера с устройствами и модулями через интерфейс I^2C. Для связи по I^2C используются всего два контакта: линия данных (SDA) и линия тактового сигнала (SCL) [2]. Подробнее об особенностях работы библиотеки применительно к используемому дисплею можно прочесть в [3—5].

В скетче при налаживании желаемого ритма работы робота (под вариант игры или возможности игроков) следует экспериментально подобрать значения переменных **dlit_podskazki**, **dlit_impulsa**, **dlit_pauzi**, **vpered_pr**, **vpered_lv**, **nazad_pr**, **nazad_lv**. При желании и опыте можно переписать сценарий поведения игрушки.

Игровое использование робота может быть основано на его концепции. Автор придумал игру для развития скорости реакции, тренировки навыков быстрого устного счёта, краткосрочной памяти, стратегии действий и внимания.

Сценарий примерного варианта игры. Соревнуются два или три человека. Цель — быстрее других набрать определённое число очков. Кроме робота, понадобится реквизит — фишки. Их также можно распечатать на 3D-прин-

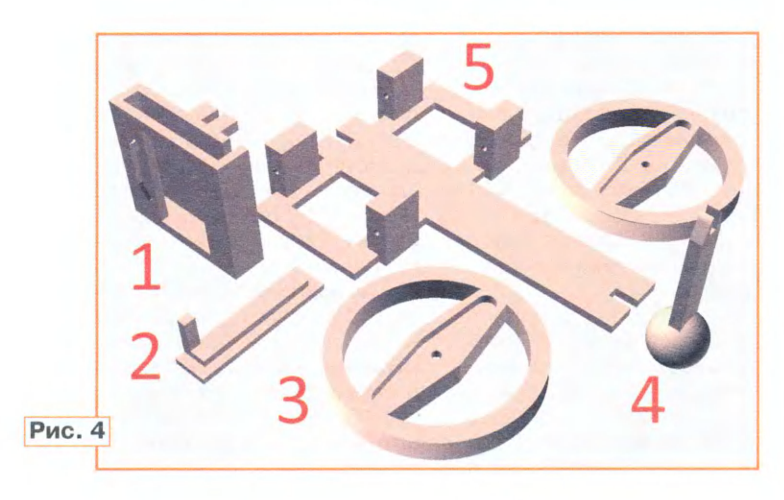


Рис. 4

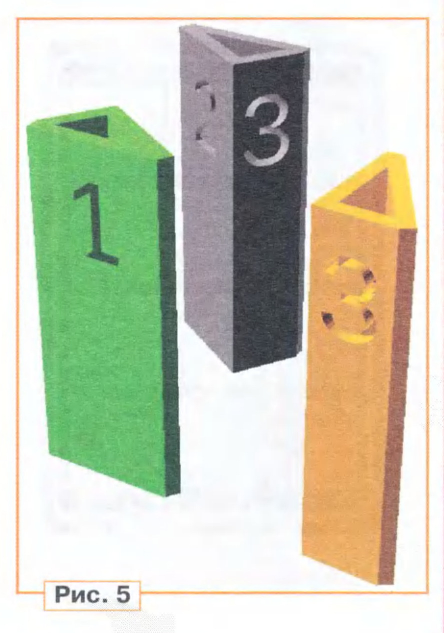


Рис. 5

тере. Игроки поочерёдно делают ходы, выставляя свою фишку (**рис. 5**) перед роботом, когда тот неподвижен и подсказывает глазами свои очередные действия. Робот делает движение и при удачном ходе сбивает её. Игроку набавляется число баллов на выпавшей грани (выпавшая грань — та, на которой лежит фишка). После хода он быстро убирает её с игрового поля и вслух произносит свой текущий счёт. Фишку ставит следующий игрок, и так по кругу. Если игрок своими действиями мешает сопернику делать свой ход, с него снимают текущий результат хода.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мамичев Д.** Тележка с дистанционным управлением на одном ведущем колесе. — Радио, 2019, № 7, с. 62—64.

2. Arduino библиотека Wire. — URL: **https://all-arduino.ru/biblioteki-arduino/arduino-biblioteka-wire/** (08.05.21).

3. OLED I^{2}C дисплей 128×64 пикселя. — URL: **https://cxem.net/arduino/arduino227.php** (08.05.21).

4. SSD1306: контроллер/драйвер для дисплеев OLED/PLED. — URL: **http://microsin.net/adminstuff/hardware/ssd1-306-oled-controller.html** (8.05.21).

5. Визуализация для микроконтроллера. Часть 1. OLED дисплей 0.96" (128×64) на SSD1306. — URL: **https://datagor.ru/microcontrollers/microcontrollers-code-library/2912-vizualizaciya-mcu-part-1-oled-128x64-ssd1306.html** (08.05.21).

*От редакции. На нашем FTP-сервере по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2022/02/glazki.zip** находятся материалы проекта, а также видеозаписи работы устройства.*

Ответы на викторину "Arduino: программная часть-8"

("Радио", 2022, № 1, с. 63, 64)

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

1. Ответ — 1. К плате Arduino подключается тастатура 4×3. Тастатура (нем. Tastatur) — это цифровое наборное поле, по-другому — кнопочный номеронабиратель. Выполняется он в виде сенсорных или механических кнопок, контакты которых "квадратно-гнездовым" способом электрически соединяют строки со столбцами (**рис. 1**).

Для опроса тастатуры на её столбцы последовательно во времени подают сигнал "бегущий нуль" с выходов D2—D4 Arduino. Это предполагает в каждый момент времени установку низкого уровня на одном и высокого уровня на других выходах. Высокий уровень можно задать формированием лог. 1 или переводом линии порта в режим входа с внутренним "pull-up" резистором.

Если выставить на линии D2 лог. 0, а на линиях D3, D4 лог. 1, то при нажатии сразу на две кнопки вместе, например "1" и "3", линии D2 и D4 будут замыкаться накоротко, что недопустимо, ведь внутри тастатуры ограничительных резисторов нет. Следовательно, порты Arduino, в целях безопасности, лучше настраивать как входы "pull-up".

2. Ответ — 0. Назначение скетча — опрос тастатуры A1 и вывод на экран компьютера названия нажатой кнопки. Для работы используется внешняя библиотека Keypad (строка 2), в которой задаются кнопочные массивы (строки 3—5), а также порты Arduino, подключённые к горизонталям (D5—D8, строка 6) и вертикалям (D2—D4, строка 7).

Информацию о нажатой кнопке выдаёт функция **getKey** в строке 12. Поскольку слово Key (англ. кнопка) указано в единственном числе, то в мониторе среды Arduino IDE будет печататься "5" или "7", в зависимости от того, какая из кнопок была нажата раньше по времени. Надпись "57" не может появиться в принципе, поскольку переменная **tast** в строке 12 рассчитана на приём только одного символа.

3. Ответ — 1. Назначение скетча — ожидание нажатия двух (любых) кнопок тастатуры A1 в выбранной горизонтали, после чего на экран компьютера выводится слово OK (строка 13). Нужная горизонталь задаётся в строках 6, 7, где выставляется лог. 0 на линии D6 Arduino. Согласно электрической схеме линия D6 соединяется с третьей сверху горизонталью (кнопки "7", "8", "9"), что и является ответом на вопрос.

Рис. 1

Интересный нюанс. В скетче входы и выходы Arduino поменялись местами, т. е. выходные сигналы формируются на линиях D5—D8, а входные — на линиях D2—D4. Это допускается, поскольку тастатура не имеет входов и выходов, внутри неё находятся одни лишь кнопки.

4. **Ответ — 1**. Операционный усилитель DA1 работает в режиме компаратора. Порог его срабатывания определяется напряжением на инвертирующем входе (вывод 2), которое, в свою очередь, зависит от скважности сигнала ШИМ на выходе D3 Arduino.

Конденсатор C1 служит для сглаживания пульсаций. Если подаются импульсы меандра частотой несколько килогерц, форма напряжения на конденсаторе C1, а значит, и на резисторе R2 будет близкой к треугольной.

Однако в вопросе викторины не указаны ни частота, ни скважность импульсов ШИМ. Следовательно, форма сигнала на резисторе R2 может быть как треугольной, так и пилообразной или близкой к прямоугольной, например, при низкой частоте ШИМ.

5. **Ответ — 1**. Назначение скетча — вывод на экран компьютера длительности сигнала высокого уровня, приходящего на вход D2 Arduino. Порог срабатывания компаратора DA1 устанавливается в строке 9. Для его формирования применяется метод ШИМ с фильтрацией нижних частот конденсатором C1.

Частота сигнала ШИМ задаётся в строках 7, 8 непосредственно через регистры таймеров микроконтроллера [1]. Частота выбрана высокой — 62,5 кГц, чтобы уменьшить пульсации напряжения на конденсаторе C1 до 10 мВ. Если операторы в строках 7, 8 закомментировать, то частота сигнала ШИМ вернётся по умолчанию к 488 Гц, при этом пульсации на конденсаторе C1 возрастут по амплитуде до 2,3 В. Для точного измерения длительностей это не допустимо.

6. **Ответ — 1**. Назначение скетча — измерение длительностей положительной и отрицательной полуволн сигнала $U_{вх}$ и занесение данных в массив **tab[ ]**. Окончание прохода очередного цикла индицируется внутренним светодиодом Arduino.

Время измеряется в микросекундах функцией **pulseIn**. В ней запускается счётчик, который начинает работать в момент перехода сигнала из лог. 0 в лог. 1 для **HIGH** или из лог. 1 в лог. 0 для **LOW**. Заканчивается счёт в момент перехода лог. 1 в лог. 0 для **HIGH** или лог. 0 в лог. 1 для **LOW**.

Рис. 2

На **рис. 2** показана диаграмма заполнения первых ячеек массива **tab[ ]**. Как видно, измерить длительности лог. 1 и лог. 0 в одном и том же периоде не получится, поскольку функции **pulseIn(pin, HIGH)** и **pulseIn(pin, LOW)** следуют одна за другой в строках 10, 11. Более того, из измерений выпадает каждый третий период, поэтому заполнение массива будет происходить медленнее, чем может показаться на первый взгляд.

Расчёт. При входном сигнале с частотой 100 Гц на прохождение одного цикла оператора **for** в строке 9 требуются три периода по 10 мс, в сумме 30 мс. Для заполнения всего массива **tab[ ]** нужно 50 циклов, итого 30·50=1500 мс. Через это время светодиод Arduino изменит своё состояние на противоположное в строке 13. Период мигания светодиода в два раза больше, т. е. 3000 мс, или 3 с.

7. **Ответ — 0**. На вход D3 Arduino поступает цифровой сигнал от логического элемента микросхемы DD1. Двухцветный светодиод HL1 индицирует его логическое состояние, для чего на выходе D9 Arduino выставляется лог. 0 при активации зелёного или лог. 1 при активации красного излучателей.

Для нормальной работы светодиода HL1 требуется знакопеременное напряжение, т. е. нужны два источника сигнала или два выхода. В рассматриваемой схеме один выход — это линия D9 Arduino, а другой — вывод 3 элемента 2И-НЕ микросхемы DD1. Это помогает сократить число требуемых выводов Arduino, иначе пришлось бы

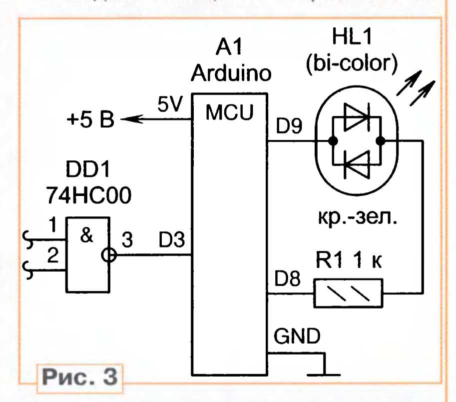


Рис. 3

воспользоваться схемой, как показано на **рис. 3**.

8. **Ответ — 1**. Назначение скетча — при низком уровне на входе D3 Arduino на светодиод HL1 будет подаваться уровень лог. 1 с выхода D9, и, наоборот, при этом светодиод будет красным или зелёным. При входном сигнале с формой меандр и частотой 100 Гц свечение будет близким к жёлтому. Это происходит вследствие инерционности зрительного аппарата человека. На аналогичном эффекте основан кинематограф, когда быстро чередующиеся картинки сливаются в одно плавное движение.

При входном сигнале частотой 1 Гц смешивания цветовых оттенков не получится, индикатор HL1 будет мигать хорошо различимыми цветами по 0,5 с каждого из них.

9. **Ответ — 0**. Назначение скетча — тестовое мигание светодиода HL1 перед началом тела основной программы **loop**. Так часто делают, когда хотят визуально убедиться, что скетч начал работу, а микроконтроллер и светодиод исправны. Дополнительно можно по цвету мигания светодиода определить, какой начальный уровень был установлен на выходе логического элемента микросхемы DD1.

Число миганий определяется циклом **for** в строке 6. При каждом его про-

ходе светодиод HL1 в течение 200 мс светит и на 200 мс гаснет. Однако при лог. 0 на входе D3 Arduino светодиод будет мигать красным цветом 10 раз, а при лог. 1 — зелёным цветом, но только 9 раз. Дело в том, что при последнем проходе цикла **for** на выходе D9 Arduino устанавливается лог. 0 (строка 9), из-за чего зелёный светодиод не может завершить последнее десятое мигание. Он так и останется во включённом состоянии при переходе на функцию **loop** в строке 13.

10. Ответ — 1. Имитатор пульта ДУ содержит кнопку SB1, при нажатии на которую излучающий ИК-диод VD1 по программе Arduino посылает к ИК-приёмнику телевизора пачки импульсов в выбранном стандарте.

Казалось бы, в данном устройстве реализуется принцип прямой, а не обратной связи. Однако надо смотреть шире, ведь в данном случае в систему управления добавляется... человек. Действительно, человек нажимает на кнопку SB1 и наблюдает, включился телевизор или нет. Если не включился, нажимает на кнопку повторно, поворачивает ИК-диод в нужном направлении, проверяет исправность телевизора и т. д. Человек выполняет эти действия до тех пор, пока не получит результат, тождественно совпадающий с образом, который был заранее сформирован в его сознании, — образом включённого телевизора.

Обратная связь будет не положительной, а отрицательной, поскольку человек тем или иным способом старается добиться включения телевизора, т. е. он стабилизирует ситуацию, используя в качестве исполнительного механизма свои рабочие органы [2].

11. Ответ — 1. Назначение скетча — формирование кодовой посылки в формате Sony SIRC-12 на включение телевизора (строка 10) при нажатии на кнопку SB1 (строки 7, 8).

Важный момент. Импульсная последовательность посылается не один, а три раза подряд с паузами 100 мс (строки 9—12). Так заложено в протоколе управления микроконтроллера, находящегося внутри телевизора. Более того, паузы между посылками должны быть не слишком большими, иначе команда будет проигнорирована. Например, если установить в строке 11 паузу не 100 мс, а 1 с, то телевизор включаться не будет, чему есть подтверждение в Интернете [3].

12. Ответ — 0. Назначение скетча — тестовая проверка исправности излучающего ИК-диода VD1. Для этого в строках 8—13 в бесконечном цикле формируются посылки на 0,2 с включения и на 1 с выключения диода. Визуально диод светиться не будет, но его излучение легко обнаружить фотокамерой смартфона, которая, как правило, имеет достаточную чувствительность в ИК-диапазоне.

```
int main(void)
{   init();
    initVariant();
#if defined(USBCON)
    USBDevice.attach();
#endif
    setup();
    for (;;) {
      loop();
      if (serialEventRun)
          serialEventRun();
    }
    return 0;
}
```

Рис. 4

Особенностью скетча является отсутствие в нём функций **setup** и **loop**. Оказывается, они для Arduino не обязательны! Дело в том, что язык Wiring, на котором пишутся программы для Arduino, является надстройкой над платформой C/C++. Компиляция скетчей производится компиляторами C/C++, а не Wiring. Более того, если приглядеться к файлу **main.cpp**, который находится в папке **C:\\Program Files\Arduino\hardware\arduino\avr\cores\arduino**, становится понятно, как и в какой последовательности на самом деле выполняются функции **setup** и **loop** (**рис. 4**).

Если в скетче Arduino обнаружится главная для языков C/C++ функция **main**, то управление передаётся на неё, а не на файл **main.cpp**. Как следствие, не будут выполняться ардуиновские инициализации и проверки. В этом случае программист берёт всю ответственность на себя, поэтому начинающим проводить такие эксперименты не рекомендуется. В чём выигрыш? В уменьшении длины скомпилированного кода программы и файла прошивки. Для сравнения, с функцией **main** — 186 байт, с функциями **setup** и **loop** — 484 байта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Увеличение частоты ШИМ. — URL: **https://alexgyver.ru/lessons/pwm-overclock/** (10.11.21).

2. Отрицательная обратная связь как проявление отношения человека и предмета труда. — URL: **http://philosophystorm.org/diletant/2754** (10.11.21).

3. IR send problem #311. — URL: **https://github.com/Arduino-IRremote/Arduino-IRremote/issues/311** (10.11.21).

Источник питания с переключаемой полярностью

С. БИРЮКОВ, г. Москва

Для игрушечной железной дороги, изготовленной в ГДР более 50 лет назад, вместо тяжёлого блока питания с регулируемым трансформатором и селеновым выпрямителем было решено изготовить блок питания на современной элементной базе.

Для того чтобы поезд игрушечной железной дороги мог двигаться и вперёд, и назад с регулируемой скоростью, необходим источник питания постоянного тока с напряжением от 0 до 15 В и изменяемой полярностью. Полярность должна переключаться автоматически при прохождении движком регулятора выходного напряжения среднего положения, при котором выходное напряжение равно нулю.

Схема разработанного источника приведена на **рис. 1**. Его основой служат, как и в зарядном устройстве, описанном в моей статье "Зарядное устройство ... из кубиков" ("Радио", 2021, № 12, с. 13, 14), преобразователь AC/DC сетевого напряжения в постоянное 24 В, 1,5 А (А1) и регулируемый понижающий преобразователь DC/DC на ток до 3 А (А2), такой же, как в упомянутой выше статье, приобретённые в интернет-магазине.

Преобразователь А2 выдаёт на своём выходе напряжение, которое обеспечивает на его выводе подстройки

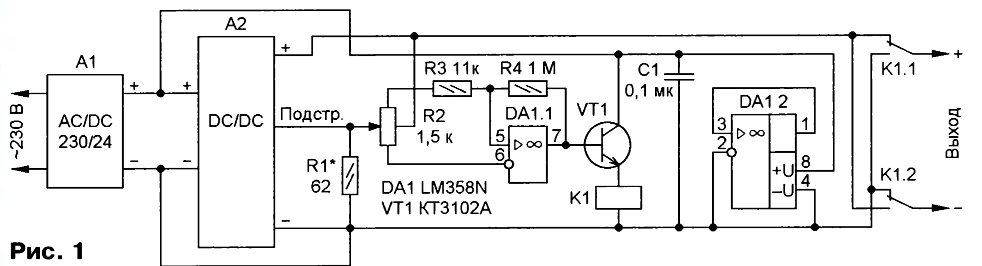


Рис. 1

размерами 10,5×20,5 мм, приобретённой в том же интернет-магазине. На плате выполнены на расстоянии 7,62 мм друг от друга два ряда по восемь металлизированных отверстий с шагом 2,54 мм и пара контактов для подпайки элементов, предназначенных для поверхностного монтажа.

1,25 В за счёт встроенного делителя напряжения, состоящего из подстроечного резистора 10 кОм (верхнее плечо) и постоянного 330 Ом (нижнее плечо). В предлагаемом источнике питания параллельно встроенному делителю подключены часть резистора R2 и резистор R1. В результате выходное напряжение A2 регулируется переменным резистором R2 следующим образом.

При среднем положении движка переменного резистора R2 выходное напряжение модуля A2 равно 1,25 В, при котором электродвигатель игрушечного локомотива не работает. При вращении ручки резистора R2 от среднего положения по часовой стрелке (вверх по схеме) ток через часть этого резистора будет протекать от средней точки к движку. Между крайними выводами резистора напряжение будет меняться от 0 до 15 В, его плюс поступит на инвертирующий вход операционного усилителя DA1.1, минус — на неинвертирующий. На выходе ОУ будет напряжение, близкое к нулю, транзистор VT1 закрыт, ток через обмотку реле K1 не протекает, его контакты находятся в показанном на рис. 1 положении. Полярность выходного напряжения соответствует указанной на схеме, локомотив движется в прямом направлении, его скорость тем больше, чем правее (выше по схеме) повёрнута ручка переменного резистора R2.

При вращении ручки резистора R2 от среднего положения против часовой стрелки (вниз по схеме) полярность напряжения на крайних выводах резистора изменится на противоположную, его плюс поступит на неинвертирующий вход операционного усилителя DA1.1, минус — на инвертирующий. На выходе ОУ будет напряжение, близкое к плюсу источника питания, транзистор VT1 откроется, ток через обмотку реле K1 переключит его контакты. Игрушечный локомотив начнёт двигаться в обратном направлении, его скорость будет тем больше, чем левее (ниже по схеме) повёрнута ручка переменного резистора R2.

Резисторы R3 и R4 обеспечивают гистерезис по переключению реле около 0,25 В, что исключает его многократное срабатывание вблизи минимального выходного напряжения.

На **рис. 2** приведена зависимость выходного напряжения источника питания от угла поворота ручки резистора R2 при малых углах поворота относительно средней точки. Переключение полярности при повороте ручки происходит, когда выходное напряжение преобразователя A2 проходит через минимум 1,25 В и повышается на величину гистерезиса до 1,5 В.

Обычно обмотку реле шунтируют диодом для исключения выбросов напряжения при выключении тока через неё. При управлении реле эмиттерным



Рис. 2

повторителем такой диод не требуется, его роль выполняют последовательно включённые эмиттерный переход транзистора VT1 и встроенный диод между минусом питания и выходом операционного усилителя.

В устройстве использованы резисторы МТ и МЛТ (R1, R3, R4), импортный конденсатор для поверхностного монтажа, реле РЭС48Б исполнения РС4.590.201 с сопротивлением обмотки 600 Ом. Операционный усилитель может быть и другим, но должен допускать напряжение между входами до ±30 В, подойдут все, у которых входные каскады выполнены на транзисторах структуры p-n-p, а также rail-to-rail ОУ с напряжением питания до 30 В. Транзистор VT1 — практически любой маломощный структуры n-p-n с допустимым напряжением коллектор—эмиттер не менее 30 В. Реле — любое с рабочим напряжением 24...27 В и двумя группами контактов на переключение.

Все мелкие детали, кроме резистора R1, смонтированы на печатной плате

Подстроечный резистор в преобразователе DC/DC A2 необходимо установить в положение максимального сопротивления (максимального выходного напряжения), можно его вообще выпаять из платы. Контакт "Подстройка" находится под регулировочным винтом этого резистора.

Можно использовать переменный резистор с отводом от средней точки и с линейной зависимостью СП5-21 или движковый СП3-23г, однако автор не смог приобрести такой резистор. Отвод удалось ввести в проволочный резистор ППБ-25, в нём обмотка защищена тканью, пропитанной краской. Ткань в середине обмотки, рядом с основанием, была срезана острым лезвием, обмотка зачищена на площади примерно 3×3 мм. На конце отрезка провода МГШВ-0,2 была сформирована капля припоя и прижата к зачищенному месту хомутиком. Подобная доработка возможна для резисторов ППБЕ, СП5-30, РП-25, РП-80 и некоторых других.

Переменный резистор R2 может иметь сопротивление от 1 до 7,5 кОм и другую мощность, но при его подборе следует иметь в виду, что чем меньше его мощность (и габариты) и больше сопротивление, тем тоньше провод обмотки и тем проще его испортить при зачистке. Также, если использовать резистор с сопротивлением, меньшим 1 кОм, заметно увеличатся потери мощности на нём. Если сопротивление этого резистора превышает 2,2 кОм, подстроечный резистор в преобразователе A2 необходимо выпаять из платы. Если отвод в переменном резисторе R2 сделать не от середины, можно получить такое интересное свойство — максимальная скорость игрушечного локомотива при движении назад будет меньше скорости движения вперёд.

Для регулирования напряжения в пределах 1,25...15 В резистор R1 вместе с параллельно включённым встроенным в A2 резистором (нижним плечом делителя) 330 Ом должен иметь сопротивление примерно в 11...12 раз меньше половины сопротивления R2 с параллельно подключённым резистором 10 кОм (верхним плечом делителя в A2, если он не выпаян).

Источник собран в корпусе от заменяемого блока питания, габариты, естественно, сохранились, но масса его уменьшилась в четыре раза — с 2,4 кг до 600 г.

Простой КВ-усилитель мощностью 1 кВт на двух ГК-71

Вячеслав ФЕДОРЧЕНКО (RZ3TI), г. Дзержинск Нижегородской обл.
(см. статью на с. 51)

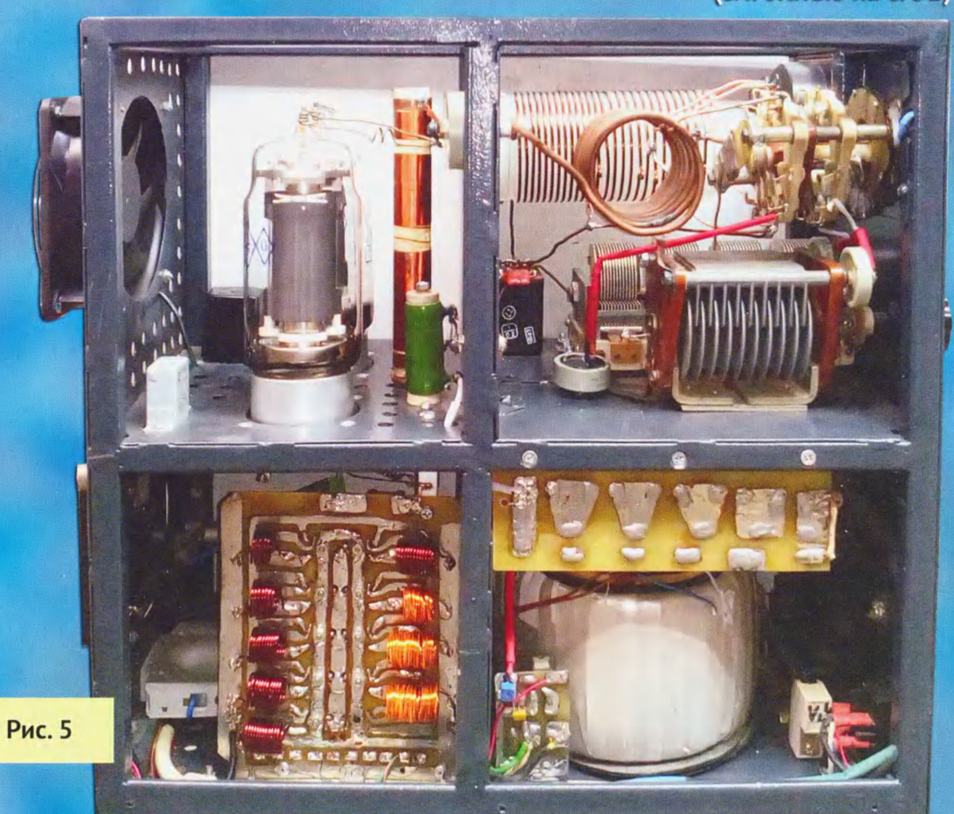


Рис. 5

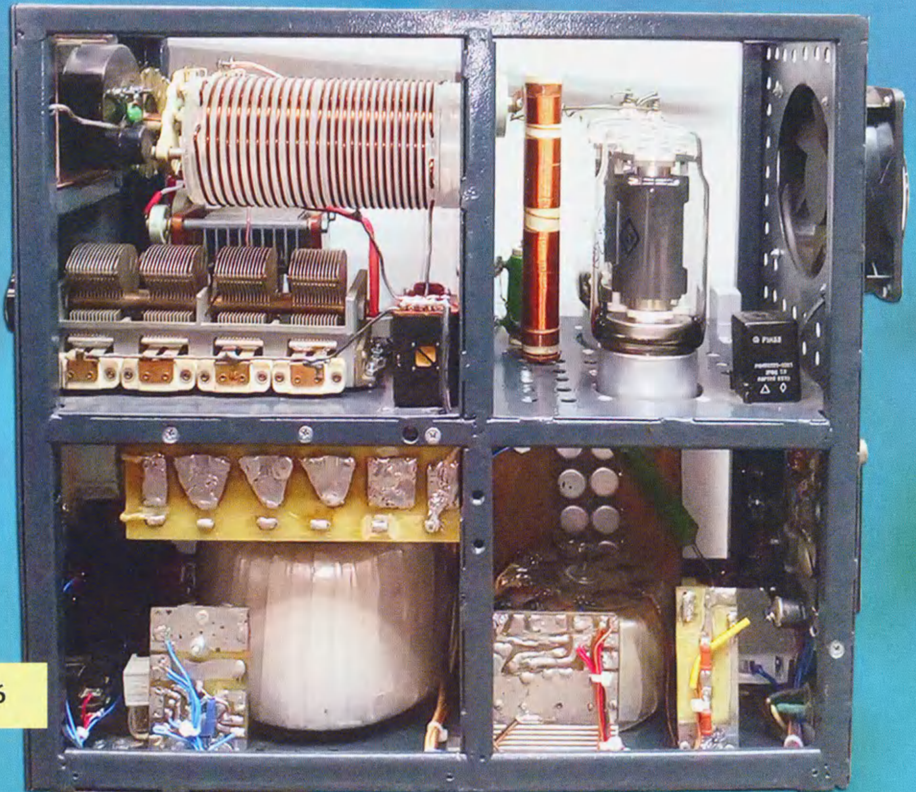


Рис. 6

125040, Россия, Москва, 3-я улица Ямского поля, вл. 2, корп. 12а
Тел.: +7 495 789-45-87 (многоканальный),
факс: +7 495 789-45-97